

## IoT 기술이 공급사슬관리에 미치는 영향에 관한 연구\*

이강배\*\* · 백대한\*\*\* · 김두환\*\*\*\*

### A Study on the Effect of the IoT Technology on SCM\*

Kangbae Lee\*\* · Daehan Baek\*\*\* · Doohawn Kim\*\*\*\*

#### ■ Abstract ■

In order to maximize profitability by optimizing the entire supply chain process, enterprises have made efforts to apply IT technologies such as POS, MES, and TMS. In addition, academic societies have also made efforts to verify the effects of IT technology introduction through various researches. However, until now, there is almost no research that analyzes the relationship between the IoT, a new IT technology, and the SCM.

To study the effect of IoT technology on SCM, this study conducted professional Delphi surveys for three times. Through this method, this study analyzed changes that will be caused by the IoT technology, the priority area in IoT introduction, and the expected difficulty in IoT introduction on SCM. As a result of the Delphi surveys and analyses, it was expected that when IoT technology is introduced, the level of SCM's IT use and partnership will increase. However, the effect of the increased performance of the supply chain, which includes inventory management and quality control, will become weaker. The reason is that the development of operation and management skills, as well as the improvement of IT technology, are also important elements for the performance improvement of the supply chain. As for the priority area in IoT introduction, it was expected that the effect will be greater when IoT is introduced in customer service, transportation, and delivery areas. As difficulties in IoT technology introduction, such as the shortage of IoT platform development personnel, standardization, integration with the existing system, securing professional manpower, expenses, data management, and operation, were derived, it has thus become necessary for us to exert greater efforts in order to come up with solutions.

Keyword : IoT, Supply Chain, SCM, Information System, Delphi

Submitted : April 24, 2015

1<sup>st</sup> Revision : October 26, 2015

Accepted : November 1, 2015

\* 이 논문은 동아대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*\* 동아대학교 경영대학 경영정보학과, 주저자

\*\*\* 동아대학교 경영대학 경영정보학과, 교신저자

\*\*\*\* 동아대학교 경영대학 경영정보학과, 공동저자

## 1. 서론

공급사슬은 공급자에서 소비자까지 원재료의 획득, 제조 및 생산, 수·배송 등의 기업 활동을 아우르는 개념으로서 재고, 생산계획, 수요예측 등의 과거부터 존재하고 있는 생산관리의 기본적인 요소들을 일련의 과정으로 통합한 것이다(Seo and Kim, 2000).

공급사슬의 전반적인 활동을 관리 할 수 있는 공급사슬관리의 중요성이 대두되었으며, 이를 위해 SCM(Supply Chain Management)이라는 개념이 나타나게 된다. SCM은 공급사슬의 일련의 과정들을 최적화하기 위한 방법, 소프트웨어를 의미한다(Poirier and Bauer, 2000; Wisner, 2009).

재화, 서비스, 소비자의 욕구, 기업의 형태 등이 다양해짐에 따라 효과적인 공급사슬관리를 위해 학계 및 기업에서는 IT 기술 도입 및 시스템 고도화를 위해 노력하고 있다.

Won(2012)의 연구에서는 IT 기술의 활용이 SCM의 운영효율성/고객서비스/수출성장에 영향을 미치는 요인임을 밝혔으며, IT 기술을 활용한 실시간 정보공유를 통해 고객으로부터 신뢰를 얻어 긍정적인 SCM 성과를 이끌어낸다고 해석하였다(Won, 2012). 또한 SCM 실행기업들이 IT 전략과 IT 투자방향이 프로세스 혁신역량과 경영성장에 영향을 미치는 요인임을 검증하였다(Kim and Kim, 2009). 맥킨지(Mckinsey)는 Mckinsey Global Institute New York에서 IoT(Internet of Things) 기술을 2025년까지 인간의 삶을 가장 급격하게 변화시킬 기술로 선정하였으며, 향후 전 산업 분야에서 IoT 기술이 사용될 것으로 전망하였다(James et al., 2013).

많은 기업에서는 공급사슬관리 향상을 위해 다양한 ICT 기술을 적용하고 있으며, 공급사슬 세부 영역 관리를 위해 공급사슬관리의 영역을 분류한 하위시스템을 활용한다. 공급사슬관리 하위 시스템에는 판매시점 정보관리 시스템(Point of Sales System, 이하 POS), 생산관리 시스템(Manu-

facturing Execution System, 이하 MES), 수/배송 관리시스템(Transportation Management System, 이하 TMS), 창고관리시스템(Warehouse Management System, 이하 WMS) 등이 있으며, 이러한 하위시스템들의 기능 향상을 위해 정보의 실시간성, 투명성, 신속성 향상에 초점을 맞춘 연구가 진행되고 있다.

급속한 기술의 발전으로 IoT 기술이 진화하고 있으며, IoT 기술은 사람과 사람, 사람과 사람, 사람과 사람 간의 지능형 통신을 통해 다양한 산업 분야에서 실시간 정보를 생산하고 있다.

하지만 현재 각광받고 있는 IT 신기술인 IoT(Internet of Things)를 도입하여 SCM의 효율성을 증대시키기 위한 연구 및 기업 사례는 많지 않다. 본 연구에서는 IoT 도입이 SCM에 어떠한 영향을 미칠 것인지에 대하여 연구하고자 한다. IoT와 SCM의 연관성을 분석한 연구 및 사례가 많지 않아 실증적인 분석이 어려움이 있어, 본 연구에서는 3가지 연구 질문에 대해서 전문가들의 견해에 근거한 미래예측 방법인 델파이 조사를 실시하였다.

본 연구의 주요 내용은 첫째, SCM 하위 시스템에 대한 정의와 연구동향에 대해 살펴보고자 한다. 둘째, IoT 도입이 공급사슬관리에 미치는 영향을 분석하기 위해 3차에 걸친 전문가 델파이 기법을 실시하였다. 셋째, 3차에 걸친 델파이 기법의 분석 결과에 대해서 살펴보고자 한다. 넷째, 결론에서는 본 연구의 전체요약과 시사점을 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 SCM 하위 시스템 정의 및 연구 동향

현재 SCM을 구성하는 공통적인 세부 시스템들에는 POS, MES, TMS, WMS 등이 있다. 각 시스템에 대한 설명 및 연구 동향은 다음과 같다.

POS 시스템은 제품에 부착되어 있는 바코드와 같은 인식 가능한 코드를 스캐너와 같은 리더가 판

매에 관한 정보를 수집하고, 판매 정보가 필요한 경영 부문에 활용 할 수 있는 경영정보시스템이다 (Park, 1989). 현재 POS 시스템은 스캐너가 바코드를 인식하는 방식에서 나아가 PDA를 통한 고객 정보 수집을 통해 기존 POS 시스템의 시간 및 공간의 제약을 탈피하려는 연구(Shin et al., 2005)와 RFID POS 시스템 개발에 관한 연구(Joo, 2010) 등이 활발히 진행되고 있다. 이는 POS 시스템의 데이터 수집의 효율성을 증대시키기 위한 연구로 볼 수 있다.

MES는 기업전반의 생산 활동을 최적화하기 위한 시스템이며, 공정관리, 현장관리, 품질관리 등의 기능이 있다(Yoon et al., 2008). 이러한 MES의 주요 기능 중의 하나는 생산 현장의 데이터를 실시간으로 수집하는 것이다(Lee et al., 2011). MES에 관한 연구들로는 MES의 원활한 보급을 위한 플랫폼화, 중소제조기업에 대한 활용 방안들과 함께 RFID를 활용한 웹 기반 통합 관리 시스템 설계 연구가 진행되고 있다(Lee, 2009). 해당 연구에서는 RFID를 통해 업무추진의 일관성 유지 및 투명성을 보장해 줄 수 있을 것으로 기대하였다.

TMS는 운송 계획의 표준화, 배송처 정산 업무의 투명성·신속성 확보, 편차 계획의 효율성 등의 효과가 있는 물류계획 및 실행을 지원하는 경영시스템이다. 이러한 TMS에 관한 연구는 많지 않으나, 운송 배차의 라우팅 개선에 관한 연구가 주를 이루고 있다.

WMS는 물자에 대한 정보를 실시간으로 획득하여 자재 및 제품에 관한 관리를 도와주는 시스템이다. 이러한 WMS에 관한 연구로는 활용방안에 관한 연구(Jeong and Yun, 2013)와 RFID를 활용하여 u-WMS라는 시스템을 연구·개발한 WMS 시스템 고도화와 관련한 연구(Choi et al., 2007) 등이 있었다. RFID 활용을 통하여 매 일정한 시간 간격을 가지고 수행되던 실사 업무를 줄이고, 실시간으로 재고위치 및 수량 등을 파악 할 수 있는 기대 효과에 대해 설명하였다.

위 연구 동향을 살펴보았을 때, 일반적으로 공

급사슬관리를 위하여 실시간성과 투명성, 신속성 등에 초점을 맞추어 시스템의 효율성 증대를 위한 연구들이 진행된 것을 알 수 있다. 또한 시스템 효율성 증대를 위해 기존의 바코드-스캐너 방식에서 나아가 RFID라는 신기술을 사용하여 데이터 수집의 실시간성, 투명성을 증대시키고 사람들이 직접 데이터를 수집·갱신해야 하는 일련의 업무 프로세스들을 줄이기 위해 노력하고 있음을 알 수 있다.

## 2.1 Internet of Things의 개념

IoT는 현재 ICT 산업계에서 각광받는 기술로서 MIT 대학의 Auto-ID Lab에서 IoT라는 용어를 처음으로 사용하였다. MIT의 간행물인 MIT Technology 리뷰에서는 IoT의 정의를 “저성능을 포함한 소형 컴퓨터가 사물에 부착된 컴퓨팅 환경”이라 하였다. 이러한 IoT는 모바일과 같은 휴대용 디바이스 시장의 발전으로 출현한 개념이며, IoT라는 용어가 사용되기 시작한 시대적 흐름은 PC 기반의 컴퓨팅 환경에서 비PC 기반의 컴퓨팅 환경으로 변화하는 단계였다. 시대적 흐름이 사물 간 인터넷 통신 환경으로 변화하고 있었기 때문에 IoT와 명확하게 구분하기 어려운 용어들이 생겨났다. 국내·외에서는 IoT와 함께 M2M(Machine to Machine), MTC(Machine Type Communications), WoT(Web of Things), MOC(Machine Oriented Communication)등을 혼재하여 사용하고 있으며, 그로 인해 IoT의 명확한 정의를 하는데 어려움이 있었다.

본 연구의 목적은 IT 신기술인 IoT가 공급사슬 관리에 미치는 영향을 연구하는 것이며, 이를 위해 IoT에 대한 명확한 정의를 내리고자 한다. 이를 위해 현재 세계적인 ICT 관련 기관들에서 정의하고 있는 여러 IoT의 정의에 대해 분석하고자 한다.

현재 세계적인 ICT 관련 기관들에서 말하고 있는 IoT의 정의는 다음 <Table 1>과 같다.

〈Table 1〉 IoT Definition of Institution

Agency	Definition
ITU-T	Global infrastructure for the information society to provide improved service by connecting real or virtual objects with interoperable information and communication technologies
IETF	World-wide network to especially address the interconnected objects based on standard communication protocols
EU FP7	Global network infrastructure to connect physical and virtual objects through data collection and communication capacity development
IERC	As a part of next generation Internet which includes both the current Internet and the evolving new Internet, dynamic global network infrastructure that is self-configurable based on interoperable standard communication protocols
TTA	Intelligent infrastructure to exchange information and communicate mutually between people and things, or between things and things by connecting all the things around based on information and communication technologies

〈Table 1〉에서는 5개의 국·내외 기관의 IoT 정의를 분석한 것으로서, 각 기관별 중요 키워드 추출 결과 ‘사람의 개입이 없는’, ‘객체 간의 통신(사물, 센서, 장치, 기계, 자산, 제품)’, ‘네트워크’, ‘인프라’ 4가지가 IoT를 나타내는 주요 핵심 키워드인 것을 알 수 있다.

현재 국내에서는 M2M과 IoT를 혼동해서 사용하는 경우가 빈번하다. M2M은 하나의 기술을 지칭하는 것인데 반하여 IoT는 환경이며, 서비스라고 할 수 있다(Kim et al., 2013). 즉, M2M의 기술 기반이 서비스 형태로 변화하는 것이 IoT이다.

각 기관별 IoT 정의와 M2M과 IoT 정의의 차이점에 대한 연구를 분석한 결과 본 연구에서는 IoT의 정의를 ‘IoT는 사람의 개입이 없이 객체 간의 통신을 가능하게 하는 네트워크 인프라 환경’이라 한다.

IoT의 주요 요소로는 센싱 기술이 결합된 통신

이 가능한 장비와, 수집되어진 다양한 데이터를 송·수신 할 수 있는 네트워크, 그리고 수집되고 저장된 데이터를 통하여 의미 있는 결과를 찾아낼 수 있도록 도와주는 전반적인 서비스 인터페이스 플랫폼이 있다(Min, 2012; Kim, 2015).

통신 가능 장비로는 RFID, 가속도·각속도·터치·센서를 부착한 모바일 기기, 시각·청각·촉각 센서를 부착한 지능형 로봇, 보안·안전 관리를 위한 가스·온/습도·생체 인식 센서, 위치 인식을 위한 GPS 등이 있다. 이러한 센서들은 소재, 센서소자, 응용제품 분야로 기술 개발·활용이 되고 있으며, 이러한 센싱 기술 개발·활용을 통해 산업, 헬스, 보안 분야에 대한 활용도가 높을 것으로 예상된다.

### 3. 연구방법 및 내용

본 연구는 IoT 도입이 공급사슬관리에 미치는 영향을 분석하기 위해 델파이 기법을 사용하였다. 델파이 기법은 전문가들의 견해에 근거한 미래 예측 방법으로 전문가의 지적 수준 및 태도가 중요한 변수로 작용하기 때문에 전문가의 선정 및 조사 횟수 설정이 중요하다. 참여 전문가 수는 15명 정도이면 중위수의 차이가 별로 없다(No, 2006). 또한 질의 횟수는 1·2차 설문에서 응답의 변화가 크나, 5차 이상의 설문은 응답의 변화가 거의 없으므로 설문조사로서의 의미가 없다(No, 2006).

본 연구의 델파이 조사는 관련 전문가 17명을 선정하여 3차에 걸친 설문을 실시하였으며, 연구의 목적인 IoT 기술이 SCM에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음과 같이 연구 문제를 제시하였다.

- ① IoT 기술로 인하여 SCM에 변화가 일어날 것으로 예상되는 점은 무엇인가?
- ② SCM에 IoT 기술을 우선적으로 도입해야 하는 부분은 무엇인가?
- ③ SCM에서 IoT 기술을 도입할 때 예상되는 애로요인에는 무엇이 있겠는가?

### 3.1 1차 델파이 조사 결과

델파이 1차 조사에서는 IT 및 물류 관련 전문가 총 17명에게 연구 방법에 제시된 3가지 질의에 대한 응답을 받았으며, 응답에 대한 전처리, 군집화 과정에서 각 응답자 별 중복된 값을 허용하였다. 응답에 대한 데이터 분석 값은 다음과 같다.

질문 1의 IoT 기술로 인하여 SCM에 일어날 변화에 대한 답변 결과를 군집화하기 위해 SCM의 평가 모형 및 기준을 활용하고자 한다. 여러 연구에서는 IT/IS의 평가 기준을 명확하게 하기 위하여 균형성과표(Balanced Scorecard : BSC)를 활용하고 있다. Park and Kim(2011)의 연구에서는 SCM 시스템 성과 평가 모형을 크게 기술 영역과, 업무 영역, 성과 영역으로 구분하였다. 해당 연구에서 기술 영역은 특정 기술 및 시스템에 대한 성과 평가모형으로 활용 할 수 있다. 하지만 세부 평가항목으로 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질을 평가하기 때문에 IoT와 같이 기술들의 합을 의미하는 큰 범주의 IT/IS의 성과로 적용하기에는 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 업무영역과 성과영역의 평가 항목을 활용하여 IoT 도입 시 SCM에서 변화가 일어날 것으로 예상되는 점에 대한 답을 군집화 하였다.

질문 1에 대한 결과 값은 <Table 2>와 같으며, 재고 관리 수준 향상(21.21%), 납기 준수율 향상(21.21%), 자동화 시스템 수준 향상(18.18%), 기업 간 프로세스 향상(18.18%) 순으로 높은 응답율을 보였다. 재고 관리 수준 향상에서는 재화에 대한 실시간 위치 추적 및 수량 파악이 가능해져 WMS 시스템의 수준 향상이 가능해질 것이라고 하였다. 납기 준수율 향상에서는 차량의 위치추적 나아가 제품의 실시간 위치 추적이 가능해져 납기 준수율이 향상 될 것이라고 하였다. 자동화 시스템 수준 향상에서는 기존에 사람들이 직접 확인하여야 했던 기업 전반적인 상황을 IoT를 통해 자동 모니터링이 가능하며 드론 등을 통한 무인 시스템

이 활성화 될 것이라 하였다. 기업 간 프로세스 향상에서는 전체적으로 전 물류에 대한 상황 모니터링 및 IoT 적용으로 인한 표준화 정책이 기업 프로세스를 개선하는데 큰 도움을 줄 것이라 하였다.

질문 2의 IoT 우선 도입 부분에 대한 군집화 과정을 위해 기존의 연구를 바탕으로 SCM의 영역을 분류하고자 한다. Kim et al.(2002)의 연구에 따르면 SCM의 의사결정 영역에는 구매/발주 영역, 재고관리 영역, 수/배송 영역, 주문처리 영역, 고객 서비스 영역, 생산 스케줄링 영역, 공급자 관리 영역의 7가지 영역이 있다고 하였다. 이러한 7가지 의사결정 영역 선정에서는 제품에 대한 지속적인 관리, 전체 공급사슬 상의 인프라 관리에 대한 영역이 제외되어 있어, 이 7가지 영역에 품질관리 영역, 인프라 관리 영역을 포함하였다. 품질관리 영역이란 제품의 불량률을 낮추기 위한 전반적인 활동을 말하며, 고객 서비스의 질은 포함하지 않는다. 또한 인프라 관리 영역에서 인프라는 공급사슬을 효율적으로 운영하기 위하여 생산, 운송, 재고관리 등에서 활용되는 기계·장비, 시스템을 의미한다. 따라서, 본 연구에서는 기존 SCM의 의사결정 영역 7개에 품질관리 영역과, 인프라 영역을 더하여, 총 9개의 유형으로 IoT 기술의 우선 도입 영역을 선정·군집화하고, 빈도 분석을 실시하였다.

<Table 2> Delphi 1st-Question 1 Result

Point that is expected to result in changes in the SCM		
Keyword	Frequency	Rate(%)
Improve level of inventory management	7	21.21
delivery compliance rate	7	21.21
level of automation systems	6	18.18
business to business process	6	18.18
accuracy of prediction indicators	4	12.12
level of quality management	3	9.09
Total	33	100.00

〈Table 3〉 Delphi 1st-Question 2 Result

Part where IoT technology should be introduced first in SCM		
Keyword	Frequency	Rate(%)
Inventory management area	24	35.29
Transporting/shipping area	15	22.06
Quality management area	11	16.18
Customer service area	8	11.76
Purchase/order area	3	4.41
Production scheduling area	3	4.41
Supplier management area	2	2.94
Infrastructure management area	2	2.94
Total	68	100.00

질문 2에 대한 빈도 분석 결과는 <Table 3>과 같으며, 재고관리 영역(35.29%), 수/배송 영역(22.06%), 품질관리 영역(16.18%) 순으로 높은 응답율을 보였다. 재고관리 영역에서는 제품유형별 수량 집계, 부진재고 파악, 재고부족으로 배송지연 등의 문제 해결을 위해 IoT를 우선 도입해야 한다고 하였다. 수/배송 영역에서는 원자재, 부품, 완제품 등의 주문 추적을 위해 IoT를 우선 도입해야 한다는 응답이 많았으며, 품질 관리 영역에서 불량 제품에 대한 필터링 기술 적용을 위해 IoT 기술을 우선 도입해야 한다고 하였다.

질문 3에 대한 빈도 분석 결과는 <Table 4>와 같으며, 비용의 문제(19.7%), 인식 부족(13.64%), 기술력 부족(10.61%) 순으로 높은 응답율을 보였다. 비용의 문제에서는 초기 투자비용 및 IoT 장비들의 관리 비용 문제와 추가적으로 IoT 기술의 일반적인 활용 시점까지 기업의 꾸준한 투자가 어려울 것이라는 답이 주를 이루었다. 인식 부족의 문제에서는 공급사슬의 전반에 걸친 각 기업의 여러 최고 경영자들의 의견을 통합하기 어려우며, IoT를 적용한 성공 사례가 적어 경영자들의 긍정적인 의사결정을 이끌어내기가 쉽지 않다고 하였다. 기술력 부족 측면에서는 공급사슬 전반에 걸쳐 발생

〈Table 4〉 Delphi 1st-Question 3 Result

Difficulty factors expected when introducing the IoT technology in SCM		
Keyword	Frequency	Rate(%)
Cost problem	13	19.70
lack of awareness	9	13.64
lack of technology	7	10.61
Standardization issues	6	9.09
ambiguity of investment	6	9.09
difficulties in interacting with the existing system	4	6.06
security problem	4	6.06
difficulties of industry consolidation	4	6.06
insufficient institution	3	4.55
lack of specialized personnel	3	4.55
lack of business models	3	4.55
difficulties of equipment and data management	2	3.03
directional ambiguity in the data analysis process	1	1.52
difficulties in securing reliable data	1	1.52
Total	66	100.00

하는 기술적인 오류(음영지역 발생, 통신망 문제, 어플리케이션 오류, 데이터 수신 오류 등)에 대한 문제들을 해결하기 위한 방안이 필요하다는 답이 주를 이루었다.

### 3.2 2차 델파이 조사 결과

델파이 2차 설문 및 결과 분석에 대한 결과 값은 다음과 같다(<Table 5> 참조).

델파이 2차 분석을 위해 <Table 5>와 같이 질문은 총 25개로 구성하였으며, 1차 설문을 통해 군집화된 내용의 가능성에 대해 리커트 7점 척도로 질문지를 구성하였다. 그에 따른 분석 결과는 다음 <Table 6>과 같다.

<Table 5> Delphi 2nd-Question configuration

No.	Question	
1-1	IS use level	The accuracy of predictors will be improved because the amount of data is increased greatly.
1-2		The level of automation systems will be improved.
1-3	partnership level	Business to business process in the supply chain can be improved.
1-4	supply chain performance	Inventory management level will be improved because inventory can be maintained to an appropriate level.
1-5		Response to delivery date change and delivery compliance rate will be improved due to easy location tracking.
1-6		Quality management level will be improved through history management of the product and tracking defective products.
2-1		Inventory management area
2-2	Transporting/shipping area	
2-3	Quality management area	
2-4	Customer service area	
2-5	Purchase/order area	
2-6	Production scheduling area	
2-7	Infrastructure management area	
3-1	Techno-logical problems	Problems due to lack of IoT platform technology will happen.
3-2		Standardization issues for integration will occur.
3-3		There will be difficulties in making a connection with the existing system.
3-4		There will be difficulties to solve the security problem.
3-5	man-power issues	There will be difficulties to improve awareness among the interested parties in supply chain.
3-6		The problem of securing professional workforce to develop IoT platform will occur.
3-7	Operational issues	The problem of the initial introduction cost will occur
3-8		There will be ambiguity of the investment effects for IoT.
3-9		There will be difficulties in integration convincing the interested parties of all businesses to participate in the supply chain.
3-10		The lack of operating institution will cause problems.
3-11		There will be difficulties due to insufficient success stories for IoT application or business models.
3-12		There will be difficulties in managing IoT equipment and data.

<Table 6> Delphi 2nd-Result

No.	Avg	$\delta$	$\delta^2$	Mid
1-1	3.19	1.67	2.96	3
1-2	2.38	1.32	1.85	2
1-3	2.44	1.17	1.46	2
1-4	3.00	1.87	3.73	2.5
1-5	2.38	1.54	2.52	2
1-6	3.38	1.65	2.92	4
2-1	2.69	1.76	3.30	2
2-2	2.25	1.03	1.13	2
2-3	3.81	1.51	2.43	4
2-4	3.13	1.62	2.78	2.5
2-5	3.31	1.83	3.56	3
2-6	3.25	1.82	3.53	3
2-7	3.50	1.87	3.73	3.5
3-1	3.31	1.40	2.10	3.5
3-2	2.00	1.22	1.60	2
3-3	3.13	1.73	3.18	3
3-4	3.19	1.88	3.76	2.5
3-5	2.88	1.54	2.52	3
3-6	2.88	1.17	1.45	3
3-7	1.81	1.33	1.90	1
3-8	2.38	1.32	1.85	2
3-9	2.50	1.41	2.13	2
3-10	2.81	1.01	1.10	2.5
3-11	2.88	1.58	2.65	2.5
3-12	3.13	1.54	2.52	3

델파이 2차 설문 분석 결과, 전체 질문에 대한 긍정적인 답이 많았다. 하지만 표준편차, 분산의 값이 크므로 전문가들의 의견이 합의가 되었다고는 보기 어렵다. 나아가 델파이 설문 조사에서는 결과 값 분석 중 의견의 합의 정도를 분석하기 위하여 IQDs (Interquartile deviations)의 값의 크기를 통해 그 수렴도 및 타당도를 분석한다. IQDs는 3사분위수와 1사분위수 값의 차를 의미한다. IQDs의 값이 1 이하 일 때 의견이 합의가 이루어지며, 이는 전체 의견이 하나의 점에서 50% 내에 존재함을 의미한다 (De Vet et al., 2005).

본 연구의 델파이 2차 조사를 통해 도출된 IQDs 값은 다음 <Table 7>과 같다.

〈Table 7〉 Delphi 2nd-Result(IQDs)

No.	IQDs	No.	IQDs	No.	IQDs
1-1	3.25	2-1	2.5	3-1	2
1-2	0.25	2-2	1.25	3-2	1
1-3	1.25	2-3	1.5	3-3	2.25
1-4	3.25	2-4	2.25	3-4	2.25
1-5	2.25	2-5	3	3-5	3
1-6	2.25	2-6	3	3-6	1.25
-	-	2-7	2.5	3-7	1
-	-	-	-	3-8	2
-	-	-	-	3-9	2.25
-	-	-	-	3-10	2
-	-	-	-	3-11	1.25
-	-	-	-	3-12	2

본 연구의 델파이 2차 설문 결과 분석에 대한 IQDs 결과 값을 확인하였을 때, 전체 질문 25개 중 1-2, 3-2, 3-7 3개의 질문을 제외한 문항들의 의견의 일치 정도가 약함을 알 수 있었다. 따라서 의견의 합의를 도출하고 예외적인 답에 대한 그 이유를 분석하기 위해 델파이 3차 설문을 진행하였다.

### 3.3 3차 델파이 조사 결과

델파이 3차 설문을 위한 질문은 델파이 2차 설문에서 동일한 설문 내용을 구성하고, 사분위점을 벗어나는 결과 값을 답하였을 때, 그에 따른 이유를 작성할 수 있는 의견 작성란을 추가하여 응답자에게 답을 요구하였다. 그에 따른 델파이 3차 응답 결과는 <Table 8>과 같다.

평균(Avg), 중앙값(Mid)을 분석하였을 때, 2차 설문의 결과와 마찬가지로 전체 질문에 대해 긍정적인 답을 하였음을 알 수 있었다. 나아가, 표준편차( $\delta$ ), 분산( $\delta^2$ )을 분석하였을 때, 2차 설문에 비해 3차 설문의 결과 값이 작아 졌으므로, 3차 설문을 통해 의견의 합의를 도출하는데 도움이 되었음을 알 수 있었다. 하지만 표준편차와 분산 값을 통한 질문자 응답의 합의 정도를 분석하는 것은 어려움이 있다. 따라서 앞서 2차 설문 결과에서 제시한 IQDs 값을 통해 의견의 합의 정도를 분석하고 합의 정도가 낮은 질문에 대해 예외 응답의 의견을 제시하고자 한다.

〈Table 8〉 Delphi 3rd-Result

No.	Avg	$\delta$	$\delta^2$	Mid
1-1	2.29	1.18	1.47	2
1-2	2.47	1.09	1.26	2
1-3	2.71	1.40	2.10	2
1-4	2.53	1.50	2.39	2
1-5	2.29	1.45	2.22	2
1-6	2.53	1.33	1.89	2
2-1	2.41	1.57	2.63	2
2-2	2.06	0.94	0.93	2
2-3	2.82	1.25	1.65	2
2-4	2.59	1.54	2.51	2
2-5	3.12	1.64	2.86	3
2-6	2.94	1.63	2.81	3
2-7	2.82	1.20	1.53	3
3-1	3.71	1.74	3.22	3
3-2	1.71	0.75	0.60	2
3-3	2.35	0.97	0.99	2
3-4	2.35	1.41	2.12	2
3-5	2.24	1.35	1.94	2
3-6	3.00	1.81	3.50	2
3-7	1.76	1.48	2.32	1
3-8	1.94	1.51	2.43	1
3-9	1.71	0.82	0.72	1
3-10	2.24	0.88	0.82	2
3-11	2.24	1.06	1.19	2
3-12	2.82	1.50	2.40	2

〈Table 9〉 Delphi 3rd-Result(IQDs)

No.	IQDs	No.	IQDs	No.	IQDs
1-1	0	2-1	2.5	3-1	3
1-2	0.5	2-2	1	3-2	1
1-3	1	2-3	2	3-3	1
1-4	2	2-4	0	3-4	2
1-5	1.5	2-5	1.5	3-5	2
1-6	2	2-6	2	3-6	1.5
-	-	2-7	1.5	3-7	1
-	-	-	-	3-8	1
-	-	-	-	3-9	1.5
-	-	-	-	3-10	0.5
-	-	-	-	3-11	1.5
-	-	-	-	3-12	1



3차 설문 결과를 통해 도출된 IQDs 값은 위 <Table 9>와 같으며, 각 질문에 대한 결과 해석은 다음과 같다.

### 3.4 3차 델파이 조사 결과 해석

[질문 1-1] 질문 1-1에 대한 IQDs 값은 0으로 매우 합의가 잘되었으며, 일반적으로 IoT를 활용했을 시 SCM 상에서는 예측 지표의 정확도가 향상 될 것으로 기대된다. 하지만, IoT를 통해 실시간 데이터 수집이 용이해진다 하더라도 예측의 정확도 향상을 위해서는 예측 모델 및 기법을 개발하기 위해 노력해야 한다는 의견이 있었다.

[질문 1-2] 질문 1-2에 대한 IQDs 값은 0.5로 합의가 잘되었으며, IoT를 활용했을 시 자동화 시스템 수준이 향상 될 것으로 기대된다. 의견을 종합하였을 때, IoT 기술은 일정 부분 자동화 수준을 향상 시켜 줄 수 있을 것으로 기대되나, 시스템의 구성 수준이 시스템 자동화에 크게 영향을 미칠 것으로 예상된다.

[질문 1-3] 질문 1-3에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었으며, IoT를 활용했을 시 공급사슬상의 기업 간 프로세스를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다는 의견이 많았다. 하지만 IoT 기술로 인한 공급사슬상의 기업 간 프로세스 향상을 위해서는 다수 기업 간의 기술 표준 및 업무 처리 기준이 통일 되어야 할 것으로 보인다.

[질문 1-4] 질문 1-4에 대한 IQDs 값은 2로 의견의 합의 정도가 약하다. 그 이유로는 IoT 기술을 통해 재고량의 적정 수준을 유지 할 수 있을 것으로 보는 의견에 대비하여, 소모성 부품 및 식음료 등 단가가 낮은 제품과 액체 및 기체 상태로 존재하는 화학제품의 경우 IoT를 적용하기 어려울 것이라는 의견이 있었다. 또한 재고관리는 관리 기법의 문제가 지속적으로 발생할 수 있기 때문에 IoT 만으로 재고량의 적정 수준을 유지 할 수 있을지 의문이라는 의견이 있었다.

[질문 1-5] 질문 1-5에 대한 IQDs 값은 1.5로

의견의 합의 정도가 약하다. 그 이유로는 제품 위치 추적이 용이해져 납기 변화에 대한 대응 및 납기 준수율이 향상 될 것이라는 의견에 대비하여, 개별 제품을 추적하여 얻을 수 있는 이익보다 높은 비용이 요구되는 경우에 IoT 활용이 제한적이라는 의견이 있었다. 또한 제품 위치 추적을 허용하지 않는 업체도 있을 것으로 보여, 전체적으로 납기 준수율이 향상 될 것인지 의문점이 있다는 의견이 있었다.

[질문 1-6] 질문 1-6에 대한 IQDs 값은 2로 의견의 합의 정도가 약하다. 그 이유로는 질문 1-6에 대해 긍정적인 의견과 대비하여, 개별 제품에 대한 부품 추적 보다는 품질 관리를 위한 기법과 새로운 업무 프로세스가 더 중요하다는 의견이 있었다.

[질문 2-1] 질문 2-1에 대한 IQDs 값은 2.5로 의견의 합의 정도가 매우 약하다. 기존 RFID를 활용한 사례에서 큰 효과를 입증하지 못하였으며, IoT를 통해 재고관리의 효율성이 증대되는 정도가 약할 것이라는 의견이 있었다. 이에 따라, 재고관리 영역에 IoT 기술을 우선 도입하는 것을 우려하는 의견이 있었지만 물류 비용에 있어서 재고관리 비용이 큰 비중을 차지하기 때문에 효율성이 입증된다면 가장 우선적으로 도입해야하는 영역이라는 의견도 있었다.

[질문 2-2] 질문 2-2에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 수/배송 영역에 IoT를 우선 도입해야 한다는 것에 대한 의견은 없었으나, DTG(Digital Tachograph) 장착 의무화 정책 및 Blackbox 및 네비게이션을 통한 위치관제 서비스의 출현 등에 따라 수/배송 영역에서 IoT를 활용한 성공적인 사례가 많아지고 있기 때문에 긍정적인 합의를 이룬 것으로 보인다.

[질문 2-3] 질문 2-3에 대한 IQDs 값은 2로 합의 정도가 약하다. 이는 긍정적인 응답과 대비하여, IoT 기술 자체가 품질 향상에 직접적으로 관여하는 부분이 크지 않을 것으로 보여 도입이 꺼려진다는 의견이 있었다.

[질문 2-4] 질문 2-4에 대한 IQDs 값은 0으로 합의 정도가 매우 높다. 드론 및 사용자 패턴 추적 등에 IoT를 활용 하게 된다면 고객 서비스를 향상시킬 수 있을 것이라는 의견이 많았다.

[질문 2-5] 질문 2-5에 대한 IQDs 값은 1.5로 합의 정도가 약하다. 구매/발주 영역에서 IoT 활용 가능성이 약하다는 의견과 차후 IoT 기술이 향상되면 최우선으로 도입하여 지속 관리해야하는 영역이라는 의견이 대비된다.

[질문 2-6] 질문 2-6에 대한 IQDs 값은 2로 합의 정도가 매우 약하다. 그 이유로 생산 스케줄링 영역은 IoT를 통해 해결될 부분이 아니라는 의견과 대비하여, 생산 스케줄링 영역은 전체 업무와의 연관성이 많아 기업 환경에서 IoT 활용이 간접적으로 생산 스케줄링 효과를 도모할 수 있을 것이라는 의견이 있었다.

[질문 2-7] 질문 2-7에 대한 IQDs 값은 1.5로 합의 정도가 약하다. 그 이유는 IoT 기술과 무관하게 인프라 관리에 대한 응답자들의 인식 차이가 있기 때문이다. 응답 결과에서 IT 관련 전문가들은 물류 관련 전문가들에 비해 인프라 관리를 더욱 중요한 영역으로 응답한 것으로 분석된다.

[질문 3-1] 질문 3-1에 대한 IQDs 값은 3으로 합의 정도가 매우 약하다. 그 이유로는 IoT 플랫폼 개발 기술력 부족의 문제가 발생할 것이라는 의견과 대비하여 IoT 플랫폼을 개발하기 위한 기술력은 사용자의 요구가 늘어나게 되면 자동적으로 연구·개발이 될 것 이라는 의견이 있었다. 또한, IoT 플랫폼 구축에 대한 기술력 부족의 문제가 발생하지 않을 것이라는 의견 중에는 일부 IoT 플랫폼 개발 업체에서는 이미 충분한 기술력을 확보하고 시장에 진출하고 있다는 의견이 있었다.

[질문 3-2] 질문 3-2에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 대부분의 응답자가 물류 가치사슬을 구성하고 있는 수많은 이해관계자를 통합하기 위한 표준을 정의하는 것은 많은 시간과 비용을 투자해야하고 이해관계자 간의 의견 충돌이 발생할

것이라고 하였다.

[질문 3-3] 질문 3-3에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 대부분의 응답자가 과거 사례에서 새로운 시스템과 기존 시스템을 연계하기 위해서는 많은 위험요소가 존재하고 기존 시스템을 수정 및 보완해야 하는 많은 노력이 필요하다고 하였다.

[질문 3-4] 질문 3-4에 대한 IQDs 값은 2로 합의 정도가 매우 약하다. 그 이유로는 질문에 대해 긍정적인 답을 한 응답자에 대비하여 새로운 IT/IS 기술 개발에서는 항상 새로운 보안 문제가 있기 때문에 보안의 문제가 IoT의 문제만은 아니라는 답이 있었다.

[질문 3-5] 질문 3-5에 대한 IQDs 값은 2로 합의 정도가 매우 약하다. IoT 도입 시 애로요인으로 공급사슬망의 이해관계자들의 인식을 향상시키는데 어려움이 있다는 의견과 달리, 그렇지 않다고 답을 한 응답자들은 기타 애로요인들에 대해 긍정적인 답을 한 경우가 많았다. 이는 많은 응답자들이 애로요인을 묻는 12개의 질문에 대해 암묵적으로 우선순위를 부여함을 알 수 있었다.

[질문 3-6] 질문 3-6에 대한 IQDs 값은 1.5로 합의 정도가 약하다. 본 질문에 대해서는 응답자들의 의견이 없었다. 응답자들의 전문 분야를 고려하였을 때, SCM 전문가들은 일반적으로 전문 인력 확보가 어려울 것이라는 응답을 하였으나 IT/IS 전문가들은 전문 인력 확보가 어렵지 않다고 답을 하는 경향이 있었다.

[질문 3-7] 질문 3-7에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 대부분의 응답자가 초기 도입 비용의 문제가 발생 할 것에 대해 긍정적인 응답을 하여 합의가 이루어졌다. 초기 비용만을 고려한 관점과 장기 이익까지 고려한 관점의 차이는 있었으나, 대부분의 응답자들이 IoT를 구현하는 초기 비용의 문제가 IoT 도입 시 애로요인으로 작용 될 것이라고 하였다.

[질문 3-8] 질문 3-8에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 본 질문에 대해 IoT 기술 도입이 투자 대비 효과는 클 것으로 보이지만 투자비 회수

기간이 길어 질 것이라는 의견이 있었다. 이에 따라 이해관계자들이 IoT 도입의 투자효과에 대한 문제 제기 가능성이 높을 것이라는 의견이 많았다. 이를 통해 많은 전문가들이 IoT 기술은 투자 자금 회수기간이 길어질 것이라고 전망 하는 것으로 알 수 있었다.

[질문 3-9] 질문 3-9에 대한 IQDs 값은 1.5로 합의 정도가 약하다. 대부분의 응답자들이 공급사슬에 참여하는 이해관계자들을 설득하고 통합하는데 어려움이 있을 것이라 하였다. 하지만 일부 응답자들은 본 질문에 대하여 브랜드 파워가 강하고 규모가 큰 일부 기업에 의하여 통합의 가능성이 있다고 하였다.

[질문 3-10] 질문 3-10에 대한 IQDs 값은 0.5로 합의 정도가 높다. IoT 운영 제도의 부재로 인한 문제가 발생할 것으로 예상 된다는 의견으로 합의가 이루어졌다. 나아가 고객 분석, 이해관계자의 요구 사항 도출을 통해 시나리오 및 케이스 별 운영제도 확립이 중요하다는 의견과 큰 변화가 수반되지 않는 범위 내에서의 IoT 기술 도입 후 점진적인 도입이 필요하다는 의견이 있었다.

[질문 3-11] 질문 3-11에 대한 IQDs 값은 1.5로 합의 정도가 약하다. 이는 물류 전문가와 IT 전문가의 성향의 차이로 인한 결과다. 물류 업계 전문가들은 일반적으로 IoT 적용 성공 사례 혹은 비즈니스 모델이 부족하여 도입의 어려움이 있을 것이라는 의견이 많았으나, IT 업계 전문가들은 그렇지 않다는 의견이 많았다.

[질문 3-12] 질문 3-12에 대한 IQDs 값은 1로 합의가 되었다. 본 질문에 대해 IoT 장비 및 데이터를 관리하기 위한 초기 투자비용 및 운영 노하우(know-how)의 부재로 인한 IoT 도입의 어려움이 있을 것이라는 의견이 있었다. 이는 IoT 도입에서 초기 단계의 도입에 중점을 둔 견해이다. 이와 반대로 중·장기 적인 관점에서 초기 어려움이 있을 수 있으나 기존 SCM 관리 방법을 변형하여 충분히 IoT 장비 및 데이터를 관리 할 수 있다는 의견도 있었다.

#### 4. 델파이 조사 분석 결과

본 연구에서는 질문을 총 세 분류로 구성하여 IoT 기술로 인한 SCM의 전체적인 변화, IoT 기술 우선 도입 분야, 도입 시 애로요인을 분석하고자 하였다. 이에 따라 델파이 조사를 통해 합의된 내용들의 결과는 다음 <Table 10>과 같다.

<Table 10> An Agreed Questions

No	Question
1-2	The level of automation systems will be improved.
1-3	Business to business process in the supply chain can be improved.
2-2	Should be introduced first in transporting/shipping area
2-4	Should be introduced first in customer service area
3-2	Standardization issues for integration will occur.
3-3	There will be difficulties in making a connection with the existing system.
3-7	The problem of the initial introduction cost will occur
3-8	There will be ambiguity of the investment effects for IoT.
3-10	The lack of operating institution will cause problems.

IoT 기술을 SCM 전반에 도입하게 되면 SCM의 자동화 시스템 수준이 향상되고 공급사슬상의 기업 간 프로세스를 향상 시킬 수 있을 것으로 예상된다. 이는 IS(Information System) 사용 수준과 파트너쉽 수준 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. IoT의 센싱 기술과 사물 간의 능동적 통신 기술 등이 기존 SCM에 비하여 자동화 수준을 향상 시킬 수 있을 것으로 예상된다. 자동화 수준 향상을 통해 기존 SCM에서 불가능했던 무인 시스템의 도입이 가능해 질 것이며, 이는 인건비 절감, 실시간 모니터링을 통한 업무 현황 파악 등이 더욱 용이해 질 것으로 보인다. 또한 IoT 기술 활용

시 기업 간 프로세스를 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. IoT를 통해 기존에 관리·감독 할 수 없었던 하위 프로세스까지 관리·감독이 가능해져 기업 간 거래 시 검토 및 확인 프로세스를 개선할 수 있을 것으로 예상된다.

SCM 영역 중에서 수/배송 영역, 고객서비스 영역에 IoT 기술을 우선적으로 도입해야 할 것으로 예상된다. 이는 수/배송 영역에서 DTG(Data Tachograph) 장착 의무화 및 Blackbox, 네비게이션 사용률 증가 등의 사회적 현상을 통해 차량의 상태를 지속적으로 관리하려는 요구가 늘어나고 있는 것을 알 수 있다. 차량의 이동성과 IoT 장비의 통신 기능을 융합한 시스템 및 서비스 등의 개발로 수/배송 영역에 IoT 우선 도입 시 높은 효율을 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 고객 서비스 영역에서는 드론을 활용한 아마존 사례와 더불어 최종 소비가 일어나는 마트, 백화점 등에서 온/오프라인 통합 전략을 위해 맞춤형 서비스, 고객 행동 패턴 분석 등에 IoT를 활용하려는 움직임이 있다. 이를 통하여 고객 서비스 영역에 IoT 우선 도입 시 높은 효율을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

이러한 전체적인 변화와 우선 도입 분야 분석을 통해 IoT 기술은 SCM 상의 자동화되고 세분화된 업무 처리가 가능해 질 것이다. 또한 수/배송 영역 및 고객 서비스 영역에서의 IoT 도입 효율성이 높을 것으로 미루어 보아 수/배송 영역 및 고객 서비스 영역에서 기존에 수행하지 못하였던 데이터 분석을 통한 행동 패턴 분석 및 위험 감지 등으로 IoT 기반의 자동화 시스템을 활용 할 수 있을 것으로 판단된다.

IoT를 SCM에 성공적으로 도입하는데 있어 애로요인으로는 표준화 문제, 기존 시스템과 연계의 문제, 초기 도입 비용의 문제, IoT 투자효과의 모호성, 운영 제도의 부족이 예상된다. 표준화와 기존 시스템과의 연계와 같은 통합의 문제가 주요 애로요인이 될 것으로 예상되는 원인은 IoT라는 용어가 하나의 기술을 지칭하는 개념이 아니라 수많은 기술이 융합된 인프라 기술로서의 광의적

성격이 강하고 기존 수/배송 영역의 TMS, 재고관리 영역의 WMS와는 달리 공급사슬상의 전반적인 부분에서 활용이 가능하기 때문인 것으로 판단된다. 초기 도입 비용의 문제, IoT 투자효과의 모호성과 같은 경제적 문제가 주요 애로요인이 될 것으로 예상되는 원인은 다음과 같다. IoT 도입을 위해서는 소형화된 디바이스와 같은 H/W와 이를 관리할 수 있는 S/W를 동시에 도입해야 하는데 이를 위한 일반화된 패키지 S/W 등이 부족하고 자사 기업에 맞게 조정해야하는 커스터마이징 등의 초기 비용의 문제가 발생할 것으로 판단된다. 또한 IoT 도입을 통해 비즈니스 프로세스의 전면적 변화나 기존 시스템을 전면적으로 변경하기 보다는 기존 프로세스와 시스템 등을 지원하는 성격이 강하기 때문에 투자 효과의 모호성이 높은 것으로 판단된다. 운영제도의 부족이 애로 요인이 될 것으로 예상하는 원인은 IoT 기술이 활성화되고 있지만 아직은 기업에서 IoT를 활용한 운영하고 높은 성과를 발생하는 사례 등이 적어 일반화된 운영제도가 없기 때문으로 판단된다. 이러한 운영제도의 부족은 SCM 전반에 걸쳐 활용될 것으로 예상되는 IoT의 효율성을 떨어뜨릴 것으로 판단된다.

기타 합의가 되지 않은 다른 질문들에 대한 주요 결과로는 재고 관리 수준 향상, 납기 준수를 향상, 품질 관리 수준의 향상과 같은 공급사슬성과 측면에서는 기술의 도입보다 운영 기법을 개발하는 것이 더욱 효과적인 것으로 보인다. 또한 IoT를 도입 하는데 있어 기술의 문제나 인력의 문제는 IoT에 대한 요구사항이 많아지게 되면 점진적으로 해결되어 나갈 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 델파이 기법을 통하여 IoT 기술로 인한 SCM의 전체적인 변화, IoT 기술 우선 도입 분야, IoT 기술 도입 시 애로 요인을 검토하였다.

분석 결과, 자동화 시스템 수준과 기업 간 프로세스가 향상되므로 데이터의 양의 많아지고, 데이터의 정확성이 높아지기 때문에 SCM에서 중요한 예측지표의 정확도가 향상될 것으로 전망된다. 예측지표의 정확도가 향상되면 수요와 공급의 균형을 통해 전체 공급사슬상의 체적효과(Bullwhip Effect)를 감소시킬 수 있다. 또한 SCM의 하위 기능인 창고관리, 수/배송, 재고관리 영역에서 비용감소와 실시간 업무현황 파악 등이 더욱 용이해질 것이다.

또한 자동화 시스템 수준과 기업 간 프로세스 향상으로 인하여 기업 간 공유 문화 확산 및 프로세스 간소화가 가능할 것으로 전망된다. 이는 기존의 통신 기술에서는 한계점을 가졌지만, IoT 기술의 사물-사물, 사람-사람, 사물-사람 간의 지능형 통신 기술을 통해 기존에 관리·감독하기 어려웠던 영역까지 자동화 시스템을 통해 가능하기 때문이다.

하지만 제품의 특이성, 투자 대비 효과 등의 문제로 인해 재고 관리 수준, 납기 준수율, 품질 관리 수준의 IoT 영향력에 대한 응답자의 의견이 다양하였다. 이에 따라 재고 관리, 납기 준수율, 품질 관리 수준 향상을 위해서 IoT 도입을 고려하고 있는 기업은 IoT 기술에 대한 이해 뿐만 아니라 관리 지침 및 관리 기법 개발 등의 노력을 기울여야 할 것이다.

IoT를 우선 도입 하여 효과가 큰 영역으로는 수/배송 영역, 고객서비스 영역이 있었다. 재고관리 영역, 품질관리 영역, 구매/발주 영역, 생산 스케줄링 영역, 인프라 관리 영역에서는 전문가들의 의견이 분분하였다. 수/배송 영역과 고객서비스 영역에서 IoT의 도입효과가 큰 이유는 이 2개의 영역이 투자대비 짧은 시간에 IoT 도입효과를 가지적으로 볼 수 있기 때문이라고 예상된다. 이는 수/배송 영역에서는 차량을 통해 수/배송이 이루어지기 때문에 차량에 장착된 DTG, 네비게이션 또는 실시간 통신이 가능한 단말기를 통해서 실시간으로 배차관리, 경로관리 서비스를 제공할 수 있다. 현

재 IoT 기술을 통해 컨테이너 화물 차량의 실시간 경로추적 및 화물의 보안 등에 대한 연구와 제품 개발이 활발히 이루어지고 있기 때문에 이를 뒷받침 할 수 있을 것으로 예상된다. 고객서비스 영역의 경우에는 NFC(Near Field Communication), 블루투스를 활용한 근거리 통신을 활용하여 고객서비스 영역에서는 이미 많이 활용이 되고 있다. 하지만 이는 IoT 기술과 같이 지능형이 아닌 수동형 통신을 통해 이루어지고 있다. 수/배송 영역과 마찬가지로 고객 서비스 영역에서 IT를 활용하여 상당 부분 많은 효과를 거두고 있기 때문에 고객서비스 영역에서 IoT 도입효과가 큰 것으로 판단된다. 우선 도입 분야 분석을 통해 수/배송 영역과 고객서비스 영역에서 IoT 기술을 활용하여 데이터 수집 및 분석을 하면 위험 감지 및 행동패턴 분석 등, IoT 기반 자동화 시스템을 활용 할 수 있을 것으로 전망된다.

IoT 기술의 도입 시 애로요인으로는 표준화 문제, 기존 시스템과의 연계, 초기 도입 비용, 투자효과와의 모호성, 운영제도의 부족이 나타났다. 표준화 문제와 기존 시스템과의 연계는 IoT 기술이 데이터 포맷, 클라우드를 통한 저장 방식, 네트워크 기술 등이 기존 IT 기술과 조금씩 다르게 변화하고 있다. 또한 다양한 이해관계자들이 참여하는 공급사슬상에서의 획일화된 표준을 정의하기 어렵기 때문이다. 특히 기존 시스템과 IoT 기술을 도입하기 위한 시스템에 대한 호환성 문제가 가장 큰 애로사항으로 판단된다. 이는 S/W, H/W 호환뿐만 아니라 기존 시스템의 데이터와 IoT 기술을 활용하여 센싱되는 데이터의 통합이 가장 중요한 이슈이기 때문이다. 초기 도입 비용과 투자 효과의 모호성은 IoT 신기술을 도입하기 위한 H/W, S/W를 동시에 도입해야 하는 부담이 있으며, 투자 효과의 모호성은 IT 기술이 투자대비 효과가 나타나기 위해서는 상당 시간이 걸리기 때문이다. IoT 기술이 많은 산업분야에서 부분적으로 활용되고 있으나, IoT 기술의 투자에 따른 파급효과는 투자의 약 1.87배에 해당되며, 직·간접적으로 편익향

상에 크게 기여할 수 있다(Jeong et al., 2013). 운영제도의 부족은 기업에서 IoT를 활용한 성공 사례 등이 적어 일반화 된 운영제도가 없기 때문이다. 공급사슬상에 부분적으로 IoT를 활용하고 있지만 전반에 걸쳐 IoT를 활용한 사례는 아직 없는 실정이다. 따라서 성공적인 IoT 도입을 위해서는 위 애로사항들을 해결하기 위해 많은 기업의 많은 노력과 연구가 요구된다.

본 연구를 통하여 SCM 상에서 IoT 기술로 인하여 예상되는 변화, IoT 우선도입 분야, IoT 도입시 예상되는 애로요인을 분석을 하였으며, SCM의 효율성 향상을 위해 IoT 도입을 고려하고 있는 기업에게 지침이 되기를 기대하고 IoT 기술을 연구 개발하고 있는 학계에 기반 연구로 적용 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계점으로는 IoT 활용 목적 및 SCM의 특정 환경에 따른 유형별 연구모형이 부족하다는 점이다. 따라서, 이를 위해 심층 조사 및 인터뷰 등의 분석 기법을 활용하여 심층적인 분석 및 논의가 필요하다. 이를 통해 IoT 활용 목적 및 SCM의 특정 환경에 따른 IoT의 영향에 대한 심층적인 분석이 진행되어야 할 것이다.

## References

- Choi, J.K., J.H. Kim, S.R. Kwon, and S.B Han, "A Study on the Application of RFID Technology for Traceability and Distribution Store in the Future", *The Institute of Electronics Engineers of Korea*, 2007, 611-612.
- (최준경, 김정훈, 권순량, 한상배, "미래의 유통 물류 매장 WMS를 위한 RFID 기술 적용에 관한 연구", *대한전자공학회 2007년 하계종합학술대회*, 2007, 611-612.)
- De Vet, E., J. Brug, J.D. Nooijer, A. Dijkstra and N.K. De Vries, "Determinants of Forward Stage Transitions : A Delphi Study", *Health Education Research*, Vol.20, No.2, 2005, 195-205.
- James, M., M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson, and A. Marrs, *Disruptive Technologies : Advances That Will Transform Life, Business, and the Global Economy*", McKinsey Global Institute New York, Vol. 12, 2013.
- Jeong, B.D. and B.J. Yun, "Directions for Warehouse Management System(WMS) of E-Trade", *International Commerce and Information Review*, Vol.15, No.2, 2013, 411-428.
- (정분도, 윤봉주, "전자무역의 창고관리시스템(WMS) 활용 방안에 관한 연구", *통상정보연구*, 제15권, 제2호, 2013, 411-428.)
- Jeong, W.S., S.H. Kim, and K.S. Min, "An Analysis of the Economic Effects for the Iot Industry", *Journal of Korean Society for Internet Information*, Vol.14, No.5, 2013, 119-128.
- (정우수, 김사혁, 민경식, "사물 인터넷 산업의 경제적 파급 효과 분석", *인터넷정보학회논문지*, 제14권, 제5호, 2013, 119-128.)
- Joo, H.S., "Web POS Application by Using RFID Based on Wireless Communication", *Korean Society For Internet Information*, 2010, 45-46.
- (주현식, "무선 통신 기반의 RFID를 이용한 Web POS 활용", *한국인터넷정보학회 2010년도 정기 총회 및 추계학술발표대회*, 2010, 45-46.)
- Kim, J.S., "The Introduction of Iot(Internet of Things) Technologies and Policy Directions", *The Korea Contents Association Review*, Vol.13, No.1, 2015, 18-24.
- (김재생, "사물 인터넷의 기술 소개 및 정책 방안", *한국콘텐츠학회지*, 제13권, 제1호, 2015, 18-24.)
- Kim, J.T., E.M. Park, and J.B. Jang, "A Study on the Product Informativeness Affecting

- SCM Value Chain”, *Korean Institute of Industrial Engineers*, 2002, 445-451.
- (김정태, 박은미, 장주병, “공급사슬관리(SCM)의 가치사슬에 영향을 미치는 제품 혁신성에 관한 연구”, 2002년 대한산업공학회 춘계학술대회 논문집, 2002, 445-451.)
- Kim, J.W. and E.J. Kim, “Investigating the Impacts of It Strategy on It Investment and Management Performance in SCM Companies”, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol.14, No.2, 2009, 59-71.
- (김종원, 김은정, “SCM 기업들의 IT 전략이 IT 투자와 경영성과에 미치는 영향”, 한국산업정보학회논문지, 제14권, 제2호, 2009, 59-71.)
- Kim, Y.J., Y.J. Kim, K.C. Park, S.J. Park, S.K. Park, and B.G. Lee, “Conceptual Analysis of M2m and Iot for Promoting Iot Industry”, *Korean Society For Internet Information*, 2013, 231-232.
- (김예진, 김윤주, 박건철, 박상진, 박수경, 이봉규, “사물 인터넷 산업 활성화를 위한 M2M과 IoT 범위 확장 연구”, 한국인터넷정보학회 추계학술발표대회논문집, 2013, 231-232.)
- Lee, K.S., J.W. Park, Y.J. Choi, H.N. Lee, and C.H. Lee, “A Study on the Development of the Web-Based U-WMS Using RFID”, *Korean Institute of Industrial Engineers*, 2005, 350-356.
- (이광수, 박제원, 최윤정, 이희남, 이창호, “RFID를 활용한 웹 기반 u-창고 관리 시스템 개발에 대한 연구”, 2005년 대한산업공학회 춘계학술대회논문집, 2005, 350-356.)
- Lee, O.J., “A Design of Web Based Integrated Management System in Mes by Using RFID”, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, Vol.34, No.6, 2009, 204-210.
- (이옥재, “RFID를 이용한 MES에서 웹 기반 통합 관리 시스템 설계”, 한국통신학회논문지, 제34권, 제6호, 2009, 204-210.)
- Lee, S.W., J.K. Lee, S.J. Nam, and J.K. Park, “Application of Data Acquisition System for MES”, *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers*, Vol.35, No. 9, 2011, 1063-1070.
- (이승우, 이재경, 남소정, 박종권, “MES 구현을 위한 현장 정보 수집 시스템의 적용 예”, 대한기계학회, 제35권, 제9호, 2011, 1063-1070.)
- Min, K.S., “Market Policy Trend Analysis of IoT”, *Internet and Security Issue*, Vol.9, 2012.
- (민경식, “사물인터넷(IoT)의 시장 정책 동향 분석”, 인터넷&시큐리티이슈, 제9권, 2012.)
- No, S.Y., “The Delphi Technique : With Professional Insight to Predict the Future. Easy to Understand Research Methodology”, *Korea Research Institute for Human Settlements*, Vol.299, No.9, 2006, 53-62.
- (노승용, “델파이 기법(Delphi Technique) : 전문적 통찰로 미래 예측하기”, 국토연구원, 제299권, 제9호, 2006, 53-62.)
- Park, D.J., “Innovative Management Tools POS System”, *Alcohol and Liquor Industry*, Vol.9, No.3, 1989, 1-10.
- (박동준, “혁신적인 경영도구 POS 시스템”, 주류공업, 제9권, 제3호, 1989, 1-10.)
- Park, I.K. and S.H. Kim, “Development of Performance Evaluation Model for SCM Systems and AHP Analysis of Evaluation Items”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.11, No.1, 2011, 61-73.
- (박일규, 김상훈, “SCM 시스템 성과 평가 모형 개발 및 평가 항목별 AHP 분석”, 한국SCM학회지, 제11권, 제1호, 2011, 61-73.)

- Poirier, C.C. and M.J. Bauer, "E-Supply Chain : Using the Internet to Revolutionize Your Business : How Market Leaders Focus Their Entire Organization on Driving Value to Customers", *Berrett-Koehler*, 2000.
- Seo, S.J. and K.S. Kim, "Supply Chain Management and Simulation", *IE Interfaces*, Vol. 13, No.3, 2000, 328-338.  
(서석주, 김경섭, "공급사슬 경영과 시뮬레이션", *산업공학(IEinterfaces)*, 제13권, 제3호, 2000, 328-338.)
- Shin, M.H., J.H. Lee, I.J. Jung, K.N. Hwang, and O.H. Kwon, "Implementation of Restaurant Pos System Using Pda", *Korean Society For Internet Information*, Vol.6, No.2, 2005, 459-462.  
(신명호, 이재훈, 정일진, 황규남, 권오현, "PDA를 활용한 외식업 POS SYSTEM 구현", *한국인터넷정보학회 2005 추계학술발표대회*, 제6권, 제2호, 2005, 459-462.)
- Wisner, J.D., G.K. Leong, and K.C. Tan, Principles of Supply Chain Management : A Balanced Approach : South-Western, 2009.
- Won, D.H., "The Influence of SCM Activities and SCM Performance on Export Performance in Korean Electronics Corporations-Including the Mediating Effect of Scm Performance", *Korea trade review*, Vol.37, No.1, 2012, 313-334.  
(원동환, "한국 전자업체의 SCM 활동 및 SCM 성과가 수출 성과에 미치는 영향에 관한 연구", *무역학회지*, 제37권, 제1호, 2012, 313-334.)
- Yoon, Y.D., S.K. Oh, and W.S. Yoo, "A Study on Development of the Manufacturing Execution Systems(Mes) for Order Based Production Small and Medium-Sized Enterprises", *Korean Institute of Industrial Engineers*, 2008, 386-392.  
(윤용덕, 오세곡, 유우식, "주문 기반 생산 중소기업의 제조 실행 시스템(MES)개발에 관한 연구", *2008년 대한산업공학회 추계학술대회논문집*, 2008, 386-392.)



## ◆ About the Authors ◆



**Kangbae Lee (kanglee@donga.ac.kr)**

Professor Kangbae Lee is currently a Professor of MIS at School of Business, Dong-A University. He received his Ph.D. in Industrial Engineering from Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in 1995. His current research interests include IoT, Supply Chain Management, Big data and Industrial Engineering.



**Daehan Baek (tomato100vs1@donga.ac.kr)**

Master course Daehan Baek received the B.S. degree in Management Information System from Dong-A University in 2014. His current research interests include IoT, Supply Chain Management, System Development and Retail.



**Doohwan Kim (kdhblack@donga.ac.kr)**

Doctor course Doohwan Kim received the Master of Business Administration from Dong-A University in 2015. His current research interests include IoT, Supply Chain Management, Big data and Sharing Economy.