

4차 산업혁명과 해운항만물류산업의 대응 방안

최형림*, 김두환°, 조민제*, 이강배*

The Fourth Industrial Revolution and the Countermeasures of the Marine Port Logistics Industry

Hyung Rim Choi*, Doo-hwan Kim°, Min Je Cho*, Kangbae Lee*

요 약

현대 사회에서 기술 혁신이 일어나는 주기가 급격하게 빨라지고, 기술들의 과속속도도 빨라지고 있다. 지금까지 세 차례의 산업혁명은 세계의 경제체제와 더불어 사회구조를 바꾸어 놓았다. 현재 4차 산업혁명은 이전과는 비교할 수 없을 정도로 전 세계의 산업 구조 및 시장 경제 모델에 큰 영향을 미치고 있다.

선진 국가들은 4차 산업혁명에 대응하기 위해 다양한 정책들을 마련하여 추진하고 있다. 우리나라도 이에 대응하기 위한 정책을 수립하여 실행하고 있다. 그러나 전통적이고 보수적인 해운항만물류산업의 경우 다른 산업에 비해 신기술 도입 및 적용이 느리며, 국내 해운항만물류산업의 경우 역시 4차 산업혁명에 대응하는 준비가 미흡하다.

본 연구에서는 해운항만물류산업의 관점에서 4차 산업혁명의 의미를 제시하였다. 이를 토대로 현재의 해운항만물류 주요 프로세스를 분석하고 4차 산업혁명 관련 기술로 변화되는 해운항만물류 미래(To-Be) 프로세스를 도출하였다. 그리고 4차 산업혁명에 따른 해운항만물류산업의 대응을 위한 생태계 조성 방안과 범정부 차원의 정책적 지원 방안을 제시하였다.

Key Words : 4th Industrial Revolution, Marine Port Logistics, IoT, Block Chain

ABSTRACT

In modern society, the cycle of technological innovation and the spread of technologies are rapidly speeding up. The first three industrial revolutions changed the social structure as well as the global economic system. The Fourth Industrial Revolution is currently having a greater effect on the global industrial structure and market economy model than ever before. Developed countries are preparing and advancing various policies to respond to the fourth industrial revolution. Korea is also establishing and implementing policies in response. However, in the case of the traditional and conservative marine port logistics industry, the introduction and application of new technologies is slower than other industries, and in the case of the domestic marine port logistics industry, the preparation for the fourth industrial revolution is insufficient.

This study presents the meaning of the fourth industrial revolution in terms of the marine port logistics industry. Based on this, the major processes of the current marine port logistics were analyzed and the future (To-Be) processes were adapted and derived with technologies related to the fourth industrial revolution. In addition, the measures for creating an ecosystem, together with the pan-government policy support plan were presented for the response of the industry.

※ 이 논문은 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5A2A03048940)

♦ First Author : Department of Management Information Systems, Dong-A University, hrchoi@dau.ac.kr, 정희원

° Corresponding Author : Department of Management Information Systems, Dong-A University, kdhblack@donga.ac.kr, 정희원

* Department of Management Information Systems, Dong-A University, mjcho@dau.ac.kr, kanglee@donga.ac.kr, 정희원

논문번호 : 201806-0-189-SE, Received June 28, 2018; Revised August 21, 2018; Accepted August 28, 2018

I. 서 론

현재 새로운 기술과 기술적 혁신이 나타나는 주기가 극단적으로 빨라지고 있으며, 기술의 파급속도도 급격하게 빨라지고 있다. 1차 산업혁명은 ‘기계혁명’, 2차 산업혁명은 ‘에너지 혁명’, 3차 산업혁명은 ‘디지털 혁명’으로 이들 산업 혁명은 아주 짧은 기간 동안 전 세계의 기술, 산업, 경제 및 사회 구조를 뒤바꾸어 놓았다. 2016년 다보스포럼에서 4차 산업혁명의 시대가 가까운 미래에 도달할 것이고, 이로 인해 전 세계의 산업구조 및 시장경제 모델에 커다란 영향을 미칠 것으로 전망하였다¹⁾.

이에 독일, 미국, 일본 등 주요 국가들은 미래변화에 선제적으로 대응하기 위해 ‘하이테크전략’, ‘미국 혁신전략’, ‘일본재흥전략’과 같은 다양한 정책을 수립하여 추진하고 있다²⁾.

제조 산업에서는 제조기술과 ICT 신기술을 융합하여 스마트 팩토리(Smart Factory)를 구축하여 생산성을 높이고, 개인 맞춤형 유연생산 체제로 전환하고 있다. 특히 독일의 Industry 4.0은 ICT와 기계 산업의 융합을 통해 ‘제조업의 완전한 자동 생산 체계를 구축하고 모든 생산과정을 최적화’하는 4차 산업혁명을 본격화하였다^{3,4)}.

전통적이고 보수적인 해운항만물류산업은 다른 산업에 비해 ICT 신기술 도입이 느리다. 국내 해운항만물류 산업은 아직 4차 산업혁명에 대응한 기술적 준비가 미흡하고, 2008년 이후 금융위기, 신흥시장 침체, 해운원가 경쟁, 유럽경제 부진과 맞물려 전 세계 교역량도 평균 2~3%의 저성장기에 머물고 있어 해운항만물류산업의 위기가 도래 되었다. 특히 2016년 한진해운 사태로 인해 국내 해운항만물류산업은 큰 위기에 봉착해 있다. 우리나라 항만물류산업은 GDP의 약 5%를 차지하고 있으며, 수출입 화물의 95%를 항만을 통해 처리하고 있다. 2015년 OECD 국제교통포럼에 따르면 2050년 글로벌 수송산업전망은 2015년 대비 4배 이상 성장할 것으로 예상하고 있으며, 성장에 따른 파급효과까지 감안하면 국가 경제에 대한 기여도는 훨씬 크다고 할 수 있다. 이러한 해운항만물류산업의 환경에 대비하기 위해 선진 항만물류국가에서는 빅데이터, 사물인터넷(IoT: Internet of Things)등을 비롯한 4차 산업혁명 기술들을 도입하여 차별화된 서비스를 제공하기 위한 노력들을 경주하고 있다. 새로운 기술과 기술혁신으로 인해 전 산업 분야에서 큰 변화가 나타나고 있으며, 따라서 우리나라 해운항만물류산업도 그에 대응하는 준비가 필요하다.

따라서 본 연구는 4차 산업혁명 시대에 따른 해운항만물류산업의 대응 방안 도출을 목적으로 한다. 4차 산업혁명에 대한 문헌 및 사례 조사를 통해 4차 산업혁명에 따른 해운항만물류의 의미를 제시하고, 해운항만물류 프로세스 As-Is 분석을 통해 To-Be 프로세스를 도출하였다. 마지막으로 해운항만물류산업의 발전과 활성화를 위해 4차 산업혁명에 따른 대응 방안을 제시하였다.

II. 4차 산업혁명 개요와 사례

2.1 4차 산업혁명 개요

2.1.1 4차 산업혁명의 의미

1차 산업혁명에서 2차 산업혁명으로, 2차 산업혁명에서 3차 산업혁명으로 넘어가는 기간은 약 100년이 걸렸지만 3차 산업혁명에서 4차 산업혁명으로 넘어가는 기간은 절반 이하로 줄어들었다. 18세기 1차 산업혁명은 증기기관, 방적기기와 같은 기계적 생산 시대, 19세기 2차 산업혁명은 전기와 조립 라인을 통한 대량 생산 시대, 3차 산업혁명은 메인프레임에서 시작한 컴퓨터와 개인용 컴퓨터, 인터넷 등을 통한 자동화된 생산시대를 말하며 <표 1>은 각 산업혁명의 단계별 변화를 나타내고 있다.

2000년대 이후 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 클라우드, 모바일, 인공지능, 3D 프린터 등 ICT의 급속한 발전은 삶의 방식을 변화시키고, 전 산업에 걸쳐 근본적인 변화를 가져오고 있다. 4차 산업혁명은 2016년 세계경제포럼(WEF)의 핵심 의제로 4차 산업혁명의 이해(Mastering the Fourth Industrial Revolution)가 채택되면서부터 큰 이슈가 되었다.

2016년 세계경제포럼에서 제4차 산업혁명을 “디지털 혁명(제3차 산업혁명)에 기반하여 물리적 공간, 디지털적 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희석되는 기술융합의 시대”로 산업연구원에서는 4차 산업혁명을 “20세기 후반 이후 정보통신기술을 기반으로 한 인터넷 확산과 정보처리 능력의 획기적 발전을 기초로 하며, IoT, 클라우드, 빅데이터 및 인공지능 등의 디지털화를 기반으로 물리적·생물학적 영역을 포함한 모든 영역의 경계가 없어지고 연결성이 극대화되는 한편, 융합이 가속화되어 기존과 완전히 다른 체계의 생산·소비 패러다임의 디지털 경제를 일컫는 것¹⁾”으로 설명하고 있다.

또한 부산미래경제포럼에서는 <그림 1>과 같이 4차 산업혁명을 오프라인(Offline)과 온라인(Online)의

표 1. 각 산업혁명의 단계별 변화
Table 1. The changes in each industrial revolution stage

구분	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명	
시기	18세기 후반	19-20세기 초	20세기 후반	2000년대 이후	
연결성	국가내부 연결성 강화	기업-국가간 연결성 강화	사람·환경·기계의 연결성 강화	자동화, 연결성의 극대화	
최초 사례	방직기 (1784)	신시내티 도축장 (1870)	PLC: Modicon 084 (1969)	-	
혁신 동인	증기기관 (Steam Power)	전기에너지 (Electric Power)	컴퓨터, 인터넷 (Electronics&IT)	IoT, 빅데이터, AI 기반 초연결 (Hyper-Connection, CPS)	
	동력원의 변화(유형자산 기반)		정보처리 방식의 변화 (무형자산 기반)		
특징	원인	기계화	전기화	자동화	지능화
	결과	산업화 (Industrialization)	대량생산 (Mass Production)	기계, SW가 테이터를 생산	메이터가 기계, SW를 제어
현상	영국 섬유공업의 거대 산업화	컨베이어 벨트 활용 기반 대량생산 달성한 미국으로 패권 이동	인터넷 기반의 디지털 혁명, 미국의 글로벌 IT 기업 부상	사람·사물·공간의 초연결, 초지능화를 통한 산업구조 개편	

자료: 김상훈 외, 4차 산업혁명, 산업부 발표자료, 2017, 산업연구원 자료(2017) 재인용

경계가 사라지는 O2O의 융합으로 보고 있다. 이는 사이버상에서 물리적 환경정보를 처리하고 그 결과를 통해 현실의 시스템이나 프로세스를 제어하는 것을 의미한다.



자료: 이민화, 부산미래경제포럼 발표자료, 2017, 06

그림 1. 4차 산업혁명의 O2O 융합
Fig. 1. The fusion of O2O in the 4th industrial revolution

2.1.2 4차 산업혁명의 특징

4차 산업혁명을 이끄는 주요 기술⁵⁾은 <표 2>와 같이 물리학, 디지털, 생물학 3가지 범주로 구분되며, 4차 산업혁명의 핵심 키워드는 ‘초연결성(Hyper-Connected)’¹⁾과 ‘초지능성(Hyper-Intelligent)’²⁾으로

- 1) 사람과 사람, 사람과 사물, 사물과 사물이 인터넷 통신망으로 연결
- 2) 초연결성으로 비롯된 빅데이터를 분석하여 패턴 파악

이를 통해 “모든 것이 상호 연결되고 지능화된 사회” 로 본다⁶⁾.

특히 정보통신기술의 급진적인 발전으로 인해 인간과 인간, 인간과 사물, 사물과 사물을 연결하는 사물인터넷을 통해 이미 초연결 사회로 진입하고 있다. 인터넷과 연결된 사물의 수가 2015년 182억 개에서 2020년 501억 개로 증가하고, 시장 규모도 5조 2000억 원에서 16조 5000억 원 규모로 성장할 것으로 전망되고 있다. 이러한 시장 전망은 ‘초연결성’의 특징을 보여주고 있다.

초지능성은 초연결성으로부터 실시간으로 생성되는 방대한 양의 데이터를 클라우드와 빅 데이터(Big Data) 기술을 활용하여 저장·분석하고, 이를 최적화하기 위해 인공지능 기술을 활용한다.

4차 산업혁명은 초연결성과 초지능성을 통해 오픈

표 2. 4차 산업혁명 10대 기술
Table 2. The top 10 technologies of the 4th industrial revolution

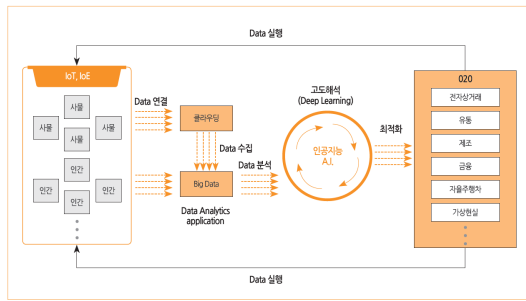
	물리학	디지털	생물학
기술	1. 무인운송수단	5. 사물인터넷	8. 유전공학
	2. 3D 프린팅	6. 블록체인	9. 합성생물학
	3. 첨단로봇공학	7. 공유경제 온디맨드경제	10. 바이오 프린팅
	4. 신소재		

자료: 클라우드 슈범의 제4차 산업혁명, 2016.

라인과 온라인의 경계가 사라지는 O2O의 융합으로 이를 가능해주는 기술이 사이버 물리 시스템(CPS: Cyber-Physical Systems)이다.

CPS는 대규모 센서/액츄에이터(sensor/actuator)를 가지는 Physical System과 이를 실시간으로 제어하는 Cyber System이 결합된 복합 시스템(System of Systems)으로 정의된다⁷⁾.

초연결성, 초지능성, O2O융합을 나타내는 4차 산업혁명의 메커니즘은 <그림 2>와 같이 표현된다.



자료: Global Market Strategy, 삼성증권, 2016

그림 2. 4차 산업혁명 메커니즘
Fig. 2. The mechanism of the 4th industrial revolution

2.2 4차 산업혁명 국가별 사례

독일, 미국, 중국, 일본 등 주요 국가들은 미래변화에 선제적으로 대응하기 위해 다양한 전략을 수립하여 추진하고 있으며, 자국의 기술·산업 강점에 기반한 산업구조 고도화라는 목적성은 유사하다.

미국의 경우 기업들이 4차 산업혁명을 주도하고 있으며, 정부는 공공 성격 과제 추진 등으로 이를 적극적으로 지원하고 있다. 2012년 산업인터넷을 제시한 GE는 항공기·철도·발전기 등 산업기기와 공공 인프라 등에 설치한 센서 데이터를 수집·분석을 통해 새로운 서비스를 제공하고 있다.

독일은 주력 산업인 제조업에서 중국 등과의 경쟁이 심화되어 전 세계에서 가장 먼저 제조업 혁신을 위한 전략을 추진하고 있으며, 공장, 소비자, 연구·개발자를 최적으로 연결하여 근본적인 혁신을 구현하고 있다.

일본은 장기침체를 극복하고 경제활동인구 감소 등 일본이 직면한 문제를 해결하고 신성장동력을 확충하기 위해 정부차원에서 4차 산업혁명에 대한 다양한 정책을 지속적으로 추진하고 있다.

중국 정부는 4차 산업혁명을 대비하여 제조업 혁신 능력을 제고하기 위해 중국제조 2025와 인터넷 플랫폼, 유통물류 등 소프트 인프라를 통해 인터넷 플러스

표 3. 해외 주요국 4차 산업혁명 추진 방향 및 특징
Table 3. The direction and characteristics of the 4th industrial revolution in major overseas countries

구분	국가	정책 유형 및 방향	4차 산업혁명 대응 동향 및 특징
전통 제조강국	독일	<ul style="list-style-type: none"> 인간과 기계의 협업 독일 제조업의 경쟁력 유지 스마트 팩토리 - 독일 생산기술로 세계 석권 	<ul style="list-style-type: none"> 인더스트리 4.0을 통해 스마트 팩토리 선도 사례: Audi AGV
	미국	<ul style="list-style-type: none"> ICT기술을 통해 신사업 모델 창출 및 수익원천 확보 설계/제조 및 신소재 관련 신프로세스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ICT기술들을 활용한 정보서비스 등의 사업모델 사례: GE Predix
	일본	<ul style="list-style-type: none"> 설비/공장/공정의 미시적 관점에서 방안 모색 기존 강점 제품 기반으로 로봇 등 신산업 분야 집중 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇, 기계, 제어 계측 등 일본이 강점을 가진 분야에 초점 사례: Edge Computing
	중국	<ul style="list-style-type: none"> 제조대국에서 제조강국으로의 전환 제조업 및 인터넷 강국을 목표로 정부중심 전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 세계최고 수준의 제조강국 비전을 제시하고 이를 위한 신산업 중심의 제조혁신 전략 마련 기존 제조업을 한 단계 발전시키기 위한 수단으로 ICT 기술 활용
강소국	싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> 민생 해결형/신산업형 전략산업과 연계 	<ul style="list-style-type: none"> 항공, 전자부품, 화학, 바이오 의료, 해양플랜트, 물 산업 등 자국의 전략 산업을 중심으로 선택과 집중적 정책 추진
	호주	<ul style="list-style-type: none"> 기존에 우수한 경쟁력을 보유하고 있는 기술 및 산업과 연계 	<ul style="list-style-type: none"> 4차 산업혁명을 계기로 식음료, 의료, 석유/가스, 광공업, 적층제조 등 자국이 강점을 보유한 분야의 혁신 도모

자료: 4차 산업혁명 주요 개념과 사례, 산업연구원, 2017.

전략을 제시하고 추진하고 있다.

III. 4차 산업혁명과 해운항만물류

3.1 4차 산업혁명 시대 해운항만물류의 의미

해운항만물류란 학문상 정립된 용어라기보다는 해운항만의 개념과 물류의 개념을 결합한 개념이다. 터미널 기능을 포함한 물류시설 활동을 통하여 항만을

경유하는 재화에 대하여 공급자로부터 소비자에 이르기까지 시간적·공간적 간격을 효과적으로 극복하기 위한 물리적인 경제활동이라고 할 수 있다.

해운항만물류는 항만을 경유하는 재화의 효율, 즉 경제적 가치를 증대시키는 것을 목적으로 하고 있으며, 해운항만물류는 항만 자체에 미치는 영향 보다는 기업의 안정적인 발전과 국민경제의 번영에 미치는 영향이 크다는 점에서 기업수준의 물류와는 차원을 달리하고 있다. 해운항만물류 산업은 수송, 보관(또는 저장), 포장, 하역(이송 포함), 정보, 서비스의 6가지 기능으로 구성되며, 활동형태는 해상운송과 육상운송의 결합으로 이루어진다⁸⁾.

오늘날과 같이 운송기술과 ICT 기술의 발전은 막힘없는 화물흐름(seamless flow of cargo)을 통해 운송의 효율화를 달성하고 있다. 또한 공급사슬관리(Supply Chain Management) 관점에서 물류비용을 감소시키고 고객 서비스 만족 향상을 위한 일괄서비스(One Stop Service)를 제공을 위해 다양한 노력을 하고 있다^{9,10)}.

기존에는 선박과 화주, 화물을 확보하는 것이 경쟁력이었지만 선박공급 과잉과 불황이 지속되면서 이를 극복할 생존전략이 필요하게 되었다. 4차 산업혁명 시대에 전통적인 해운항만물류의 역할은 점점 약화되고 ICT 기술 융복합으로 글로벌 공급망은 획기적으로 변화할 것으로 예상된다. 빅데이터, IoT 등 ICT 투자를 통한 가시성 확보와 선박운항 및 터미널 운영의 효율성 개선을 통한 운영비 절감 등이 새로운 대안으로 주목받고 있다. 또한 데이터 수집 및 분석을 통해 선상에서 뿐만 아니라 전체 공급망에서의 상황을 실시간으로 파악해야 할 필요가 있다.

국내 해운항만물류산업은 아직 4차 산업혁명에 대응한 기술적 준비가 미흡하고, 특히 한진해운 파산 사태로 인해 전반적인 시장의 경쟁력이 큰 타격을 입었다. 국내 기업들은 기존 정보시스템을 유지하면서 자동화, 원격제어, 실시간 화물관리, 선박 위치 추적 등을 진행하고 있으나, 아직까지 데이터 공유와 접근성이 떨어진다. 또한 장비와 화물 중심의 정보수집과 공유를 통한 물리적 자동화(장비, 기계)에 초점이 맞춰져 있다.

4차 산업혁명 시대의 해운항만물류산업은 물리적 자동화뿐만 아니라 논리적 자동화(Big Data, Machine Learning, AI 등)를 통해 새로운 항만물류 서비스를 제공할 수 있어야 하며, 4차 산업혁명 기술들의 도입 및 적용으로 가시성 및 연결성 향상을 도모할 수 있다.

4차 산업혁명에 대해 정리한 내용을 바탕으로 해운항만물류 산업에서의 4차 산업혁명의 의미는 다음과 같이 정리할 수 있다.

‘해운항만물류산업의 모든 요소³⁾들이 연결(초연결)되고 데이터 분석(초지능성)을 통해, 시간과 효율의 극대화⁴⁾를 이루어, 가시성 향상과 서비스 자율화로 해운항만물류 생산성 향상을 이루는 것’

3.2 해운항만물류의 변화

3.2.1 가시성의 변화

해운항만물류산업에서 발생하는 데이터 및 정보 공유가 제대로 이루어지지 않고, 참여 주체들의 비효율적인 운영으로 인해 해운항만물류산업 전체 관점에서 가시성과 연결성이 부족하다.

해운항만물류산업에서 발생하는 데이터 및 정보 공유가 제대로 이루어지지 않고, 참여 주체들의 비효율적인 운영으로 인해 해운항만물류산업 전체 관점에서 가시성과 연결성이 부족하다.

해운항만물류정보시스템 구축 및 고도화를 진행하고 있지만 <그림 3>과 같이 대부분의 참여 주체들은 수작업으로 데이터를 수집 및 문서작업을 통해 업무를 처리하고 있다. IoT 기술을 활용하면 IoT Device를 해운항만물류 장비와 설비에 부착하여, 실시간으로 자동으로 데이터를 수집할 수 있다. 또한 수집된 데이터를 기반으로 문서를 작성하여 효율적인 업무 처리가 가능하다. <그림 4> 과 같이 현재 컨테이너에 IoT Device를 부착하여 컨테이너의 위치 및 상태정보를 수집하여 추적 관제 및 모니터링을 위한 서비스를 제공하고 있으며, 이를 통해 밀수(매), 고가화물 도난 방지 등에 따른 비용절감을 하고 있다.

IoT 기술을 활용하여 컨테이너 화물의 실시간 위치



그림 3. 해운항만물류산업 참여 주체별 해결 과제
Fig. 3. The solutions proposed by the participants in the marine port logistics industry

3) 참여 주체들과 시설 및 장비
4) CPS 기반의 O2O 융합



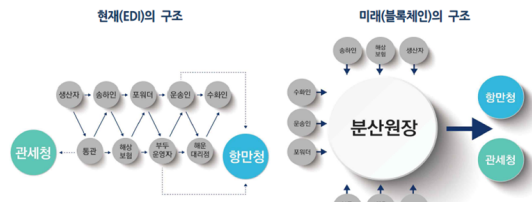
자료: S-WINNUS Co.

그림 4. 컨테이너 보안 및 모니터링을 위한 IoT 장비
Fig. 4. Container security and IoT equipment for monitoring

추적이 가능하여 글로벌 물류 가시성 확보가 가능하고, 화물 상태 정보 수집을 통해 물류 보안 및 안정성 확보가 가능하다¹¹⁾.

물류 가시성 향상을 위해 IoT 기술이 활용되고 있으며, 정보 가시성 향상을 위한 기술로는 블록체인이 있다. 블록체인은 P2P(peer to peer)로 구현되는 비가역적(irreversibility) 공공 분산원장(public distributed ledger)으로 거래 명세를 담은 블록들이 하나의 장부를 이루게 되며, 모든 거래 장부를 네트워크 참여자들에게 공개, 분산하여 타당한 거래라고 승인해야만 거래가 완료된다¹²⁾.

<그림 5>과 같이 해운항만물류산업 참여자들 간에 전자정보교환(EDI: Electronic Data Interchange)를 통해 관련 정보를 교환하고 있다. EDI는 기존 데이터와 비교·검증이 필요하고 화물이 운송되는 매 단계마다 정보 중계자가 개입하게 되는데, 이때 정보 중계자의 기능이 단절되면 정보 가시성 혼란을 초래하게 된다. 이와 달리 블록체인 기술은 거래에 참여하는 참여자들에게 거래 내역을 공유하여 공급사슬상에서 특정 구간에 단절이 생겨도 정보 가시성 확보에 지장을 주지 않는다. 해운항만물류산업에서 블록체인 기술은 분산원장을 통해 모든 제품의 거래과정을 원산지부터 추적이 가능하고, 중간 관리자 및 불필요한 거래 시간을 단축하여 비용 절감이 가능하다. 또한 거래의 정확성 및 확인에 대한 검증 시간 단축으로 거래 활성화



자료: KMI 동향분석, 2016

그림 5. 블록체인 기술을 통한 EDI의 변화와 가시성 확보
Fig. 5. The change of EDI and the securement of visibility through block chain technology

촉진에 기여할 수 있다¹³⁾.

해운항만물류산업에서 글로벌 공급사슬상의 전체 가시성을 향상시키고 확보하기 위해 IoT 기술을 통해 물류 가시성을 향상시킬 수 있으며, 정보 가시성을 블록체인 기술을 통해 확보할 수 있다. 이를 통해 실시간 화물 추적 및 모니터링, 안정적인 물동량 확보, 행정절차 간소화 및 비용 절감 등 해운항만물류산업의 공급자와 고객 서비스를 향상시킬 수 있다.

3.2.2 프로세스의 변화

수출입 화물의 프로세스는 화물의 종류, 운송수단, 운송 방법에 따라 차이가 있으나, 본 연구에서는 선박을 통한 수출입 컨테이너 화물의 프로세스에서 주요 프로세스를 대상으로 분석을 진행하였다.

수출 화물의 주요 프로세스는 선적 예약 → 육상 운송 → 터미널 장치장 작업 → 선적 → 출항으로 구분할 수 있으며, <표 4>은 수출 화물의 주요 프로세스를 As-Is와 To-Be로 비교한 내용이다.

표 4. 수출 화물 프로세스 As-Is와 To-Be
Table 4. The As-Is and To-Be in the cargo export process

프로세스	As-Is	To-Be
선적 예약	<ul style="list-style-type: none"> • 화주가 포워더에게 팩스 또는 전화로 선적을 의뢰하면 포워더가 선사를 통해 선박을 수배 • 선사는 포워더로부터 접수한 S/R에 기초하여 선적예약서를 작성, 이를 집계 및 예약 알림표를 작성하여 터미널에 송부 • 공컨테이너 반출 및 적컨테이너의 반입을 준비시킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 컨테이너 및 화물에 부착된 IoT장비를 통하여 화물에 맞는 선박 수배가 가능함 • 기존 선사에서 예약 알림표를 작성하여 터미널에 송부하던 것을 IoT장비를 통해 자동으로 전달
육상 운송	<ul style="list-style-type: none"> • 컨테이너에 화물 적재 후 포워더에게 통보 • 수출신고 서류와 적재 화물 일치 여부 및 화물 검사 실시 • 화물 검사 실시 후 봉인 	<ul style="list-style-type: none"> • 컨테이너 및 화물에 부착된 IoT장비 -위치정보 및 상태정보의 실시간 공유 가능 -적재 전 물품검사 대상을 미리 파악 가능 -물품검사 간소화
터미널 장치장 작업	<ul style="list-style-type: none"> • Gate 출입시 화물 내용과 선적서류상 일치 여부를 판독 및 수출면장 정보 확인 • 장치된 컨테이너의 위치 확인을 수작업으로 	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 장비를 통한 화물과 선적서류 일치 여부 판독 가능 • 이를 통한 시간단축 • IoT, RTLS 기술 등의 활용으로 컨테이너의 위치

프로세스	As-Is	To-Be
	<ul style="list-style-type: none"> 수행 기록된 컨테이너 위치와 실제 위치가 다를 수 있음 터미널 장비의 위치 확인 불가능으로 계화변경 및 긴급 작업 시 빠른 대응이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 정보를 정확하게 파악 가능 터미널 장비는 IoT 장비를 통해 위치 확인이 가능하며, 작업지시 스케줄 및 긴급 오더시에 빠르게 대처하여 운영 효율성 향상
선적	<ul style="list-style-type: none"> 선적 후 송화주에게 선적을 통지 송화주는 적하목록을 신고함과 동시에 수화주에게 선하증권(B/L)을 송부 	<ul style="list-style-type: none"> IoT 장비를 통해 실시간 화물위치파악으로 선적통지 자동화 송화주, 수화주는 블록체인을 통해 자동으로 관련 서류 공유

수입 화물의 주요 프로세스는 선적 서류 접수 및 입항 → 보세구역 운송 및 작업 → 통관 → 육상운송 → 수화주 화물 인수로 구분할 수 있으며, <표 5>는 수입 화물의 주요 프로세스를 As-Is와 To-Be로 비교한 내용이다.

표 5. 수입 화물 프로세스 As-Is와 To-Be
Table 5. The As-Is and To-Be in the cargo import process

프로세스	As-Is	To-Be
선적서류 접수 및 입항	<ul style="list-style-type: none"> 화물 도착 전 선적 정보를 입수 화물도착 시 도착통지서 송부 컨테이너 번호와 Seal 봉인 확인 작업을 사람의 육안으로 실시 장치된 컨테이너의 위치 확인을 수작업으로 수행 	<ul style="list-style-type: none"> IoT 장비를 통해 실시간 화물위치파악으로 선적 정보 입수 자동화 송화주, 수화주는 블록체인을 통해 자동으로 관련 서류 공유 터미널 장비는 IoT 장비를 통해 위치 확인이 가능하며, 하역과 동시에 정해진 위치에 컨테이너를 장치
보세구역 운송 및 작업	<ul style="list-style-type: none"> 차량번호, 컨테이너 번호 등의 정보를 차량 기사가 전달해야 확인 가능 전산시스템을 이용한 신고 	<ul style="list-style-type: none"> IoT장비 등의 활용으로 자동으로 차량번호, 컨테이너번호 등의 정보를 자동 인식하고 승인 가능 화물 위치 정보를 입수하여 작업 스케줄링 유동성 부여 화물 반입시 블록체인을 활용한 자동신고 가능
수입 통관 및 화물 인수	<ul style="list-style-type: none"> 화물 도착 후 입항 보고서, 적하목록, 하선 신고서 등의 서류를 세관에 제출 세관은 수입서류 접수 후 수입 화물 검사 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인을 통해 자동으로 수입 관련 서류 공유 IoT장비 활용으로 물품검사 작업 간소화 화물의 D/O정보와 수화주가 제출한 선하증권 정보를

프로세스	As-Is	To-Be
	<ul style="list-style-type: none"> 수화주는 선시에 화물 인도지시서(D/O)를 요청 화물인수 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반으로 공유 IoT기술 및 블록체인 활용으로 서류 확인 및 화물인수 절차 간소화

해운항만물류산업 프로세스의 변화에 따른 참여 주체들의 변화도 필요하다. IoT 장비로부터 수집된 데이터를 통해 빅데이터, 기계학습, AI 기술을 통해 유익한 정보를 제공할 수 있어야하며, 개별 참여 주체가 소유하고 있는 데이터와 신규 데이터를 활용하여 다양한 분석 및 예측 결과를 바탕으로 과학적인 의사결정이 가능하다.

IV. 4차 산업혁명에 따른 해운항만물류산업의 대응

4.1 해운항만물류산업 생태계 조성

IoT, 빅데이터, 블록체인, 드론 등과 같은 신기술을 융합하여 해운항만물류산업에 응용 가능한 기술 개발이 필요하다. 단순 응용 기술 개발 뿐만 아니라 표준화를 선도하는 응용 기술 개발을 통해 우리나라 해운항만물류산업이 글로벌 해운항만물류산업을 이끌어 나가야 한다. 이러한 응용 기술을 통해 해운항만물류산업의 프로세스가 전반적으로 변화할 것이며, 프로세스가 변화함에 따라 새로운 비즈니스 모델 개발이 필요하다. 해수부, 항만공사 등 정부에서 보유하고 있는 해운항만물류 빅데이터를 민간과 협업하여 플랫폼 기반의 비즈니스 모델로 개발해야 한다. 이러한 응용 기술과 비즈니스 모델을 개발하기 위한 공급기업 육성과 응용 기술을 활용하는 수요기업의 적극적인 자세가 필요하다.

응용 기술 개발이 가능한 공급 기업 육성을 통해 응용 기술이 개발되면 이를 사용할 수 있는 수요기업에서는 응용 기술을 활용하여 신사업을 창출할 수 있고, 이러한 신사업을 통해 해운항만물류의 서비스가 향상될 수 있다. 해운항만물류 서비스 향상을 위해 공급기업에서는 응용 기술을 개발하고, 수요기업에서는 이를 활용하여 신사업을 창출하여 해운항만물류 서비스의 향상을 위한 선순환 구조가 되는 해운항만물류산업의 생태계 조성이 가능해진다.

4.2 범정부 차원의 정책적 지원

범정부 차원에서 해운항만물류산업에서 활용할 수 있는 응용 기술 개발을 위한 R&D 사업에 대한 육성 및 지원이 필요하다. 중국과 일본의 경우 4차 산업혁

명에 대비하여 정부차원에서 전폭적인 육성과 지원이 이루어지고 있다. 4차 산업혁명 시대에 대비하여 제조업과 ICT 분야에 대해 지원이 이루어지고 있지만 해운항만물류산업에 대한 R&D 사업 및 비즈니스 모델 개발을 위한 지원은 미흡한 실정이다. 이러한 응용 기술 개발과 비즈니스 모델 개발을 위해 해운항만물류 전문 인력을 양성이 필요하며, 기존 재직자들의 실무 지식 교육 지원, 국제 협력 체계를 구축하기 위한 해외 대학과의 교류, 관리자금 전문가 육성을 위한 대학원생 지원 사업과 같이 범정부차원에서 해운항만물류산업에 대한 범정부 차원의 정책적 지원이 필요하다. 또한 해운항만물류산업의 관련 참여자들이 적극적인 사업 참여와 응용 기술 개발을 위해 Positive 규제보다는 Negative 규제를 통해 참여자들이 최소한의 규제를 통해 자율적이고 적극적인 사업 참여가 이루어질 수 있는 법·제도적 지원이 필요하다. 이러한 범정부 차원의 지원을 뒷받침 할 수 있도록 다양한 장비 및 설비, 컨테이너, 화물 등에서 수집되는 데이터와 정보 관리를 위한 해운항만물류 데이터 거버넌스 구축이 필요하다. 해운항만물류산업에서 발생하는 데이터는 해운항만물류산업 참여 주체들이 활용할 수 있도록 제공될 수 있어야 한다. 데이터 거버넌스 구축을 통해 데이터 품질 및 구조 관리와 데이터 관리 체계를 수립하여 데이터 소유권과 프라이버시에 대한 협의가 이루어져야 한다. 데이터 거버넌스를 바탕으로 해운항만물류산업의 응용 기술 개발과 신사업에 대한 방향과 법·제도적 정책을 위한 가이드라인을 제시할 수 있다.

4.3 해운산업과 항만물류산업의 대응

4.3.1 해운산업의 대응

우리나라는 수출입 화물의 99.7%를 선박으로 운송하고 있어 해운산업의 중요성이 크다. 해운화물의 물동량이 증가하면 이와 연계된 산업이 발전하게 된다. 전 세계적으로 해운수요의 둔화와 선박공급 과잉상태로 조정국면이 지속되고 있으며, 우리나라 해운산업에도 큰 영향을 미치고 있다. 대형선사는 컨테이너 비중이 높아 글로벌 업계 동향에 민감하고, 중소·중견선사는 벌크선 비중이 높아 대형 선사와 연계되어 해운시장에 민감한 구조를 가지고 있다. 이를 극복할 전략으로 4차 산업혁명의 주요 기술인 빅데이터, IoT, 인공지능 등 첨단 ICT 기술을 도입하여 가시성 확보와 선박운항 효율성 개선을 통한 운영비 절감이 새로운 대안으로 주목받고 있다¹⁴⁾.

4차 산업혁명 시대가 도래하면서 해운산업도 첨단 ICT 기술을 접목하려는 디지털 경쟁을 맞이하고 있으며, 유럽선사를 중심으로 O2O서비스와 빅데이터 및 IoT를 활용한 선박 및 컨테이너 추적 솔루션이 도입되고 있다. ICT 기술 융복합을 통해 글로벌 공급망은 획기적으로 변화하고 있다. 유럽선사들 위주로 빅데이터와 IoT의 활용이 적극적인 반면, 국내 해운산업은 아직 4차 산업혁명에 대응한 기술적 준비가 미흡하다. 국내 해운선사들은 기존의 IT 시스템을 유지하면서 자동화, 실시간 화물관리, 원격제어 등을 추진하고 있으며, 일부 선사들의 경우 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위해 첨단 ICT 기술을 도입 추진 및 검토하고 있다. ICT 기술 도입에 따른 혜택이나 부가가치가 당장 효과를 볼 수 없겠지만 4차 산업혁명에 대응한 중·장기적인 관점에서 해운산업 불황에서의 생존과 해외 해운선사들과의 경쟁을 위해서는 미래지향적 ICT 투자가 필요하다. 선박에 IoT 센서를 부착하여 선박에서 발생하는 다양한 데이터를 실시간으로 수집할 수 있다. 선박에서 수집할 수 있는 데이터로는 항해 데이터, 기계 데이터, AIS 데이터, 날씨 데이터, 비즈니스 데이터 등을 수집하여 빅데이터 분석이 가능하다. 빅데이터 분석 기술을 통해 최적화된 항로와 연료를 선택하고 운항의 효율성을 높일 수 있고, 운항 중 불확실성한 위험과 상태기반 유지보수(CBM: Condition-Based Monitoring Maintenance)를 통해 사고를 예방할 수 있으며, 이로 인해 발생하는 비용에 대한 절감이 가능하다. 기존에는 단순 수치 통계 데이터를 통해 의사결정을 판단하였지만, IoT 기술과 빅데이터 기술을 통해 가치 있는 데이터를 수집 및 분석하여 선박 운항의 비용 절감 및 수익성을 결정하는 의사결정이 가능하다.

4.3.2 항만물류산업의 대응

세계 경제의 저성장과 해운산업의 불황으로 인해 선사와 물동량 유치경쟁으로 항만물류산업은 어려움에 직면해 있다. 이러한 환경 변화는 각국의 주요 항만들의 물동량 확보를 위한 전략과 서비스, 항만 물류비 절감 부분에 많은 영향을 미친다. 지금까지 항만물류의 ICT 기술은 하드웨어에 집중되어 왔다. 항만들은 대형화된 선박 입항과 빠르고 정확한 서비스를 위해 항만의 규모와 인프라를 늘리고, 물동량 처리를 위한 크레인 등 장비확보를 중요시하였다. 4차 산업혁명 시대가 요구하는 항만은 항만 자동화, 고생산성 서비스, ICT 융합기술, 친환경, 고효율 에너지 설비 등으로 변화하고 있다. 로테르담항, 롱비치항, 칭다오항, 싱가포르항과 같이 세계 주요 항만은 무인자동화 항

만을 운영하고 있으며, 저비용 고효율의 항만물류 서비스를 제공하고 있다. 무인자동화 항만과 더불어 항만물류에서 IoT 기술을 활용하여 드론을 활용한 안전 관리, 창고에서의 보관, 포장 및 재고 최적화, 화물 운송에서는 화물의 위치 및 상태 모니터링, 운송 수단 수명예측 및 유지보수 등을 통해 생산성을 높일 수 있다. 특히 IoT 기반의 컨테이너 위치 및 상태 모니터링을 통해 물류 가시성 향상뿐만 아니라 블록체인 기술과 연계하여 정보 가시성 향상이 가능하다. 블록체인 기술을 활용하면 선적 예약부터 화물 인도까지 해운항만물류 전 과정에 참여하는 참여자들에게 결제, 통관에 필요한 정보들이 실시간으로 공유가 가능해져 정보의 투명성이 보장된다. 또한 예약정보, 선하증권 입력 등과 같은 서류작업도 간소화 된다.

IoT 기술을 통해 항만 및 항만물류와 연계된 산업에서 발생하는 데이터를 실시간으로 수집 및 분석하여 적시적지에 화물 운송 및 작업이 가능하다. 선석배정, 야드장치, 본선작업, 현황 같은 실시간 항만 터미널 정보, 운송 차량의 작업대기 시간 및 도착예정 정보 등을 통해 생산성 향상과 비용절감이 가능하다. 앞에서 언급하였듯이 4차 산업혁명 시대에 해운항만물류산업은 해운항만물류산업에 참여하는 관계자들과 시설 및 장비들이 유기적으로 연결되어 고객 서비스 극대화 및 가시성 확보를 통해 해운항만물류 생산성 향상을 이루어야 한다. 이러한 생산성 향상을 이루기 위해서는 ICT 기술의 융합을 통해 해운항만물류 응용 기술 개발 및 활용을 통해 새로운 비즈니스 모델을 발굴 할 수 있도록 민간 기업들의 ICT 기술에 대한 투자와 이를 활성화하기 위한 정부의 중·장기적인 정책 지원이 필요하다.

V. 결 론

본 연구는 4차 산업혁명 시대에 따른 국내 해운항만물류산업의 대응 방안을 도출을 위해 4차 산업혁명 문헌 및 사례조사와 해운항만물류 프로세스 분석을 통해 대응 방안을 제시하였다. 서론에서는 연구의 목적 및 연구내용에 대해서 설명을 하였다. 제 2장에서는 4차 산업혁명에 대한 개요와 국가별 사례 조사를 통해 4차 산업혁명에 대해 정리하였다. 이를 바탕으로 제 3장에서 4차 산업혁명 시대에 따른 해운항만물류의 의미와 4차 산업혁명으로 인한 해운항만물류산업의 변화에 대해서 정리를 하였으며, 해운항만물류의 가시성 변화와 프로세스의 변화로 구분하였다.

제4장에서는 4차 산업혁명에 따른 해운항만물류

산업의 대응으로 해운항만물류산업 생태계 조성, 범정부 차원의 정책적 지원 방안과 해운산업과 항만물류산업의 대응 방안을 제시하였다. 4차 산업혁명에 대응하기 위해 해운항만물류산업은 응용 기술 개발, 신사업 발굴을 통해 공급기업과 수요기업의 선순환 생태계를 조성해야 한다. 또한 해운항만물류 전문 인력 양성, R&D 사업 육성을 위한 범정부 차원의 지원과 최소한의 규제를 통해 자율적이고 적극적인 사업 참여가 이루어질 수 있는 법·제도적 지원이 필요하다. 이러한 범정부 차원의 지원을 뒷받침 할 수 있는 해운항만물류 데이터 거버넌스 구축이 필요하다. 해운항만물류산업 참여 주체들의 응용 기술 개발과 신사업 발굴을 위해 실제 해운항만물류산업에서 발생하는 데이터와 정부와 민간이 보유하고 있는 데이터를 관리할 수 있는 시스템적인 제도가 필요하다.

해운산업의 장기적인 관점에서 국내 해운산업의 경쟁력 확보를 위해 미래지향적 ICT 투자가 필요하고, 이를 통해 선박 및 선박운항에서 발생하는 데이터를 실시간으로 수집 및 분석하여 선박 운항의 최적화, 비용 절감 및 수익성을 위한 의사결정이 가능하다. 항만물류산업의 고객 서비스 극대화 및 가시성 확보를 위해 특정 기술의 도입이 아닌 ICT 기술의 융합이 필요하다. 융합기술을 기반으로 데이터 수집·분석·최적화를 통해 해운항만물류산업의 생산성 향상을 이루어야 한다.

References

- [1] *The Future of Jobs*, WEF, 2016.
- [2] *4th Industrial Revolution -key concept and case-*, KIET, 2017.
- [3] A. Arvind, "Architecture for industry 4.0-based manufacturing systems," *School of Comput. Sci. Carnegie Mellon Univ.*, Jul. 2016.
- [4] *Industry 4.0 at McKinsey's model factories*, McKinsey&Company, Apr. 2016.
- [5] Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, NewPresent Press, 2016.
- [6] J. H. Kim, "Strategic countermeasures for future social change in the era of the 4th industrial revolution," *KISTEP*, vol. 15, pp. 45-58, Aug. 2016.
- [7] J. M. Park, "Technology and issue on embodiment of smart factory in small-medium

manufacturing business,” *KICIS*, vol. 40, no. 12, pp. 2491-2502, Dec. 2015.

- [8] M. S. Ha, et al., *Understanding of the port logistics*, TopBooks Press, 2017.
- [9] T. H. Kim, et al., “Active IP-RFID system for maritime logistics,” *KICIS*, vol. 40, no. 12, pp. 2511-2519, Nov. 2015.
- [10] T. H. Kim, et al., “A study on container monitoring loaded into the hold in maritime logistics,” *KICIS*, vol. 41, no. 11, pp. 1446-1455, Oct. 2016.
- [11] K. B. Lee, et al., “A study on the effect of the IoT technology on SCM,” *J. Inf. Technol. Serv.*, vol. 15, no. 1, Mar. 2016.
- [12] S. Nakamoto, “Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system,” 2008.
- [13] *Trend Analysis*, KMI, vol. 26, 2017.
- [14] Y. J. Kwon, G. M. Kang, and S. H. Park, “The fourth industrial revolution and marine technology,” *Innovation Stud.*, vol. 12, no. 2, pp. 203-222, May 2017.
- [15] *Global Market Strategy*, Samsung Securities, 2016.

최 형 립 (Hyung Rim Choi)



1993년 8월 : KAIST 경영학과
경영과학박사
1987년 3월~현재 : 동아대학교
경영정보학과 교수
<관심분야> 해운항만물류, 항
만물류시스템, IoT

김 두 환 (Doo-hwan Kim)



2015년 2월 : 동아대학교 경영
정보학과 경영학석사
2015년 3월~현재 : 동아대학교
경영정보학과 박사과정
<관심분야> Big Data, IoT,
Machine Learning

조 민 제 (Min Je Cho)



2012년 2월 : 동아대학교 경영
정보학과 경영학박사
2013년 3월~2017년 2월 : 동아
대학교 경영정보학과 연구교
수
2017년 3월~현재 : 동아대학교
산학협력단 연구교수
<관심분야> 해운항만물류, IoT, 비즈니스 모델

이 강 배 (Kangbae Lee)



1995년 8월 : KAIST 산업공학
과 공학박사
2001년 3월~2004년 8월: 부산
가톨릭대학교 교수
2004년 9월~현재 : 동아대학교
경영정보학과 교수

<관심분야> 기술경영, IoT, Machine Learning