

중소제조기업의 Industry 4.0 역기능 대응방안에 대한 탐색적 연구

이지영¹, 김경일^{2*}

¹장안대학교 서비스경영과, ²한국교통대학교 융합경영전공

An Exploratory Study to Respond to Industry 4.0 Dysfunction in Small and Medium Manufacturers

Ji-Young Lee¹, Kyung-Ihl Kim^{2*}

¹Division of Service Management, Jangan University

²Division of Convergence Management, Korea National University of Transportation

요 약 오늘날 세계는 네 번째 산업혁명을 일으킬 신기술의 시대를 맞이하였고, 이는 'Industry 4.0'으로 통한다. Industry 4.0은 산업을 구성하는 다양한 요소가 서로 의사소통을 할 수 있는 스마트 체인을 구축하는데 기반을 두기 때문에 경제, 사회, 기술, 법률 등 다양한 측면에서 높은 불확실성이 존재한다. 위와 같은 사실을 바탕으로 본 논문에서는 Industry 4.0의 기본개념 수립 및 기능수행 시 발생하는 부정적 측면을 최소화시키기 위하여 선행연구자들의 연구를 바탕으로 한국 중소기업의 대응방안을 찾기 위한 연구를 하였다. 그 결과 Industry 4.0의 불확실성을 다양한 측면에서 정확하게 파악하고 대처하기 위한 노력을 한다면, Industry 4.0의 심장부에 해당하는 스마트 공장을 통해 기업의 영업이익 증대 및 국가의 경제성장을 이루는데 도움이 될 것이다.

주제어 : 4차 산업혁명, 스마트 공장, 불확실성, 사물인터넷, 죽음의 계곡

Abstract Today, the world has reached 'Industry 4.0'. Industry 4.0 has high uncertainty in various aspects because it is based on building a smart chain where the various elements that make up the industry can communicate with each other. Based on the above facts, based on the researches of the previous researchers, we have searched for the countermeasures of small and medium sized manufacturing companies in Korea in order to minimize the negative aspects of establishing the basic concepts and functioning of Industry 4.0. As a result, efforts to accurately identify and address the uncertainties of Industry 4.0 in a variety of ways will help to drive business growth and economic growth in the country through smart factories, which are at the heart of Industry 4.0.

Key Words : Industry 4.0, Smart Factory, Uncertainty, IoT, Valley of death

1. 서론

글로벌 경제의 저성장 기조와 생산성 하락에 맞물려 중소기업에서는 고령화에 따른 숙련공의 축소로 생산 차질이 우려된다. 그에 반하여 정보통신은 급격히 발전하고 있기에 우리는 정보화 사회의 스마트시대에 살고 있다[1,2].

이에 Industry 4.0이 대두되면서 전통적인 제조업에 새로운 혁신을 불러일으키며[3], 영향력은 계속 증가하고 있다.

구글 회장인 Eric Schmidt는 Industry 4.0의 도래로 인해 가상 세계에서 더 많은 일들을 할 수 있게 되어 현실 세계의 매커니즘은 보다 효율적으로 변한다고 하였다.

*Corresponding Author : Kyung-Ihl Kim (kikim@ut.ac.kr)

Received May 21, 2018

Accepted June 20, 2018

Revised June 5, 2018

Published June 30, 2018

그리하여 디지털 연결성이 전 세계 구석구석 영향을 미치면서 새로운 기회와 더 많은 혁신을 제공함으로써 효율성과 가치를 극대화 할 것으로 예측하고 있다고 하였다[4].

독일에서 시작된 Industry 4.0의 개념은 생산, 식물, 인간, 제품 등 다양한 산업 구성 요소가 서로 의사소통이 가능한 환경을 조성하는 스마트 체인을 구축하는 것을 기반으로 한다. 이를 바탕으로 웹 기반의 네트워크는 설계부터 서비스 및 재활용에 이르기까지 제조 공정의 모든 단계에서 스마트 공장을 지원할 것이다.

이러한 Industry 4.0은 의학, 에너지, 미디어, 법률, 자동차, 생명공학, 전산 언어학, 신경정보과학 등 모든 과학 분야의 정보 습득 및 최종 생산 단계를 수식으로 변환함으로써 형성되었으며, 프라운호퍼 연구소에서 독일의 전기부품을 자동화로 생산 및 엔지니어링 하는 기업을 기반으로 한 연구에 따르면, 2014년부터 2025년에 총 이익이 약 30% 증가 할 것으로 예상된다고 하였다[5].

모든 산업 혁명의 시작은 제조업에서 일어났으며, 사회에 커다란 변화를 일으켰다. 그러나 이번 산업혁명 변화의 시작은 제조업 자체에 의해 직접적으로 유도된 것이 아니라, 제조 회사의 근로자가 사용하는 소셜 네트워크 및 지능형 장치의 발명으로 보아야 할 것이다.

이러한 상호 연결의 발전은 오늘날 생산 부문의 발전을 이끌고 있다[6]. 그 예로, 미국 캘리포니아 실리콘밸리에 있는 '츄피자'는 고객이 피자를 주문하면 토핑을 제외한 피자 제조과정의 대부분을 로봇이 진행하며, 로봇이 배달 트럭에 피자를 싣게 되면 배달되는 동안 차안에서 다시 구워져 고객은 최소의 시간을 들여 최적의 상태에서 피자를 먹게 된다.

또한 독일의 많은 경쟁업체들은 제조환경에서 사물인터넷(IoT)을 사용하는 추세를 인식하고 다양한 제도적 및 재정적 조치를 통해 이를 홍보하고 있다. 그러나 독일은 생산에서 사물인터넷의 잠재적 사용과 산업 과정에 대한 전략적 도전으로서의 영향을 확인한 유일한 나라는 아니다. "스마트 생산", "스마트 제조" 또는 "스마트 공장"이라는 용어는 유럽, 중국 및 미국에서 스마트 생산 시스템을 만들기 위한 생산의 디지털 네트워킹을 구체적으로 언급하기 위해 사용되었다[7].

우리나라의 경우 '제조업 3.0'을 추진하면서 제조업의 디지털화 및 스마트 공장 등에 대한 표준화 연구와 모델 개발에 주력하고 있으며[8], 2014년 민관합동 스마트 공장 추진단을 설립하여 구축지원 사업을 진행하고 있다[9].

결과적으로 이는 산업 분야의 응용을 보편화시켰고 과거에 비하여 많은 현상의 다양한 방향에 영향을 끼치게 되었으며, 점차 예측하기 어려워지고 있다. 또한 국제사회가 직면한 경제, 정치, 사회, 환경, 기술적 변화의 속도는 전례가 없을 정도로 빠르다. 이는 결국 특정 현상에 대하여 구체적인 정의를 내릴 수 없는 불확실성을 야기할 것이다.

2. Industry 4.0 현상 분석

2016년 World Economic Forum에서 Klaus Schwab은 Industry 4.0은 기술간 융합을 특징으로 하므로 인공지능, 로봇틱스, IoT, 자율주행차 등과 같은 영역이 더욱 발전할 것이며, 새로운 시장을 열고 경제성장을 가속화 시킬 것이라고 하였다[10].

Magruk는 이러한 Industry 4.0은 기존의 중앙 집중식 생산 기반의 산업을 사이버 물리 시스템 기반의 분산 생산으로 변환시키는 것이며, 이로써 단일 제품은 다양화가 이루어지고 소비자는 생산 과정에 참여가 가능하다고 하였다[11].

이는 IoS(Internet of Services)와 IoM(Internet of Media)의 두 가지 주요 구성 요소로 구성된 IoT(Internet of Things) 환경에서 물리적 생산을 디지털화시킨 것으로 안정화를 실현하기 위하여 설비 관리자 사이의 협력, 개별 시스템의 연결 및 병합, 새로운 목표 설정 및 기능 관리가 필요할 것이다.

Industry 4.0의 심장부는 스마트공장이 될 것이며, 이러한 방식의 대량 생산은 이전까지 구현하였던 방식이 아닌 생산라인 단계에서 맞춤설정으로 제작될 것이다. 선진 제조 강국들을 중심으로 제조업 발전을 위한 생산성 효율 증대와 친환경 고객 맞춤형 생산체계 강화를 위해 스마트공장이 전 세계적으로 확산되고 있다[9].

국가기술표준원에서 개발하고 있는 '스마트 제조 표준화 프레임워크' 체제에서의 스마트 공장은 제조/공정관리, 유지보수, 재활용/폐기 등 제품생산에 초점을 맞추어 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하고, 제품 생산 공정들이 실시간 연동 및 통합되는 생산체제로 시장 변화 적응적 적기 생산, 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심 작업 환경, 개인맞춤형 제조를 가능하게 하는 공장이라고 할 수 있다[12].

또한 스마트 공장은 필요한 요소를 파악하는 혁신적 기법, 엔지니어와 기계 사이의 효율적 의사소통, 환경 변화에 적응하는 능력, 자원 효율성 및 인체 공학 기술, 고객과 비즈니스 파트너의 통합 대비, 활발한 작업 흐름, 사이버 사보타주에 대비한 높은 수준의 보안 등과 같은 특성을 지녀야 한다.

한편 Industry 4.0이 적용되는 새로운 산업은 사이버 물리 시스템 및 시장, 스마트 로봇과 기계, 빅 데이터, 세밀한 시스템 네트워크, 에너지 효율과 지방 분권화, 가상 현실 등의 요소가 그 모습을 결정한다.

그리고 Industry 4.0과 연계된 기관은 지역 생산 및 개별 맞춤화, 웹과 클러스터가 갖추어진 생산 공정, 분산된 가치 사슬, 국경을 초월한 경쟁 구도, 학문 간 융·복합적 사고, 기술 집약적 무대 등을 기반으로 활동하여야 한다.

또한 Industry 4.0은 스마트 제품, 스마트 기계, 확대된 연산자, 이렇게 세 가지 패러다임을 통하여 구체화될 수 있다[13].

3. Industry 4.0이 직면한 불확실성

현재 인지 가능한 불확실성은 의사결정에 필요한 정보가 부족하고 의사결정으로 인한 영향을 예측할 수 없으며, 산업 환경에서 발생하는 특정 사건에 대한 판단이 불가능한 것으로 설명될 수 있다. 그리고 이러한 불확실성의 다차원적 성격과 복잡성 및 역동적 변화의 측정치는 서로 다른 시각에서 바라볼 필요가 있다.

불확실성 유발 요인의 대표적인 예는 다음과 같다.

첫 번째, 생산 방식에 있어 혁신을 추구하지 않고 기존의 전통적인 방법을 고수한다.

두 번째, 구조화된 데이터와 비정형 데이터를 구분하여 정리하여야 하는 상황에 직면한다.

세 번째, 정보를 적절하게 활용하였는지 판단을 분명하게 하지 못한다.

Industry 4.0의 영역에서 불확실성요인의 대표적인 예는 다음과 같다.

첫 번째, Industry 4.0의 주요 네트워크 구성 요소 간의 통신은 보안 내부 네트워크를 넘어서 방대한 양의 데이터를 기반으로 한다.

두 번째, Industry 4.0을 구성하는 모든 당사자 간의 매우 광범위한 규모의 관계에 기반 한 이전에 알려지지 않은 협력 및 새로운 가치 사슬의 새로운 비즈니스 모델의

창출이다.

세 번째, 구조화된 데이터와 비 정화된 데이터를 분석할 필요성이 있다.

네 번째, 생산 방식에 있어 혁신을 추구하지 않고, 기존의 전통적인 방법을 고수하였다.

다섯 번째, 정보를 적절하게 활용하였는지 판단을 분명하게 하지 못한다.

Industry 4.0이 직면한 불확실성 요소의 특징은 다음의 세 가지 현상을 포함한다.

첫 번째, 보편적인 디지털화는 사람들 자신 그리고 기계장치를 보유한 사람들과 상호 간 지속적인 의사소통을 보장한다.

두 번째, 급변하는 사회 경제적 시스템의 효율성과 효과 증대에 영향을 미치는 과격적 기술 혁신을 점차적으로 구현하고 있다.

세 번째, 인공지능을 제어하는 과정에서 자율 행동 능력을 습득하는 기계 개발의 성취를 이룬다.

불확실성에 대한 연구는 H. H. Willet과 F. Knight의 연구가 대표적이다. H. H. Willet에 의하면 불확실성은 주관적인 척도로써, 객관적인 위험과 관련이 있고 추측하기 어렵거나 불가능한 변화를 우려한다고 하였다[14].

또한 F. Knight는 특정 사건의 확률이 측정 가능할 때 그것에 대한 위험 요소를 분석해야 하며, 그렇지 않으면 엄격한 의미에서 불확실성이 있다고 하였다[15].

Dimensions of uncertainty	Types of uncertainty	Classes of uncertainty	Divisions of uncertainty
PRIMARY TREND IN RESEARCH OF UNCERTAINTY	subjective	as a risk uncertainty in the strict sense	
	probabilistic		
HUMAN MIND AS A FILTER TO INFORMATION	temporal		
	causative		
COGNITIVE PERSPECTIVES	behavioral	internal	desire
		external	experienced
	structural	subjective (based on cognitive limitations)	based on obtaining information
			based on information processing
		objective	singular
		processual	distributive
BINARY WAY TO DESCRIBE OF UNCERTAINTY BASED ON DECISION-MAKING THEORY	Knight's type	zero (confidence)	based on the storage information
		objective (alternate futures)	
		Knight's type	
		ambiguity	
EVALUATIVE DIMENSION	ignorance		
	volatile		
	as indeterminacy		
	probabilistic		
POSSIBILITY OF UNCERTAINTY QUANTIFICATION	stochastic		
	strategic		
	general		
	specific		
DIMENSION OF INFORMATION	based on subjective logic		
UNCERTAINTY AS A DETERMINANT OF COGNITION PROCESS	static		
	dynamic		
	passive		
BASED ON SOURCES OF UNCERTAINTY	active		
	subjective		
ANOTHER	objective		
	random		
	nature		
	developmental		
	marketplace		

Fig. 1. Dimensions of uncertainty[16,17]

Fig. 1에 따르면 인간의 마음은 환경정보를 위한 필터로 간주되며, 여과 과정은 일시적이거나 동적인 측면에서 고려될 수 있으나 일시적인 불확실성은 미래의 범주이다. 불확실한 인식에 대한 차이는 현 상황이 불안정적인 것으로 설명될 수 있으며, 내적인 행동의 인지적 측면에서 볼 때 하위 불확실성은 주관적인 인식으로 볼 수 있다.

또한 추론/분석에 대한 불확실성이나 경험에 의한 불확실성의 형태로 설명될 수 있다.

구조상의 한계로 인한 의사결정자의 인식으로 국한되는 주관적인 불확실성은 세 가지로 구분될 수 있다.

- 1) 정보획득 : 관측의 단편적인 감각 및 시스템과 그 역동성의 구조적 특성을 이해하면서 어려움을 겪고 있다.
- 2) 정보처리 : 인간이 처리할 수 있는 정보의 양이 제한적이다.
- 3) 정보저장 : 모든 사건과 상황을 기억하는 것이 인간 두뇌의 범위를 넘어서고 있다.

마지막으로, 평가차원은 불확실성을 정량화하는 능력과 관련이 있다. 이 관점에서 J.Teczke의 A.Wawiemia는 확률분포를 기반으로 결정될 수 있는 확률론, 표본의 분포로부터 추론할 수 있는 확률론적 함수 확률분포, 전략적 한계 값의 집합의 3가지 유형의 불확실성을 구별한다고 하였다[17].

하지만 이러한 복잡한 현상은 Industry 4.0의 향후 발전을 위하여 모의실험을 가능하게 하는 단순한 결정론적 모델을 제작하지 못하게 한다. 따라서 이러한 경우 전문적, 직관적, 확률적인 접근법을 사용하는 다른 접근 방식을 사용하여야 한다.

이를 위하여 불확실성에 대한 대응을 가능하게 하는 ‘죽음의 계곡’ 계획이 제시되었다. 파괴적인 혁신의 개념은 1997년 C. Christensen에 의해 소개되었으며, 이 용어는 기업이 획기적인 기술을 시장에 도입한 효과를 나타내며, 이는 Fig. 2와 같이 표현될 수 있다.

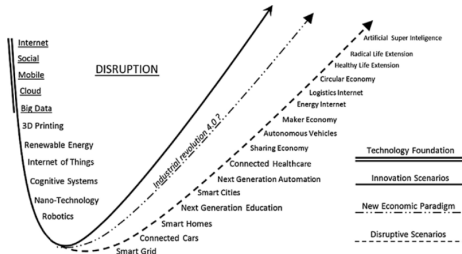


Fig. 2. “Valley of death” of innovative disruptive technologies[18]

Fig. 2는 획기적인 기술 도입과 경제적 측면에서 새로운 잠재적 패러다임을 창출하기 위한 메가트렌드(파괴적인 시나리오)간의 관계를 구축하기 위한 기본 골격을 보여준다. 영문자 “U”의 곡선 형태는 획기적인 기술 적용이 부재한 가운데 기존 경제모델의 붕괴로 이어질 수 있음을 상징한다.

4. 결론

블룸버그는 2017년 1월 ‘2017 블룸버그혁신지수(The Bloomberg innovation index)’를 발표하였고, 한국은 조사대상 50개국 중 1위에 올랐으며 4년 연속 1위에 선정되면서 한국은 이 조사에서 만큼은 가장 혁신적인 국가 모델로 평가받았다. 그러나 생산성은 절반을 훨씬 밑도는 32위에 그쳤다. 이는 가장 혁신적인 국가가 내는 생산성 수치로는 부끄러울 정도로 저조한 성적이다[19].

이러한 결과는 우리나라가 제조업에서 강국이라고 할 수 있지만 제조설비나 제조기술은 강국이 아니기 때문이다. 그렇기 때문에 독일의 Industry 4.0을 그대로 적용시키기 보다는 국내 현실과 비전에 맞는 방식으로 바꾸기 위한 노력이 있어야 할 것이다[20].

Industry 4.0의 개념은 아직 정확하게 정의되어 있지 않지만, 복합적인 시스템의 카테고리에서 고려되어야 하므로 불확실성 이론과 같이 완전히 이해될 수는 없다.

그러므로 불확실성이 대두되고 있는 Industry 4.0에는 창의적 인재가 필요하다. 알파고를 만든 영국은 2014년을 ‘코드의 해(The Year of Code)’로 지정하여 5~16세를 대상으로 SW 교육을 의무화하였으며, 미국과 유럽은 최첨단 학습 기반의 교육환경을 구축하였다. 전통적으로 인문·사회과학 중심이던 프린스턴대, 하버드대 등도 이공계 중심의 발전 전략을 짜고 나아가 학생들의 창업 지원에까지 팔을 걷어붙이며 나서고 있다.

우리나라의 경우도 포항공대(포스텍)와 이화여대는 2018학년부터 신입생을 전공 없이 선발한다. 전공 구분 없이 대학에 입학해 다양한 학과를 탐색하도록 하기 위해서이다[21].

이토록 복잡하고 불확실한 현대사회에서 복합적으로 문제를 해결할 수 있는 인재를 길러내기 위한 교육 구조화가 필요하다.

또한, 대통령 직속 4차 산업혁명위원회는 2017년 11월

30일 제2차 회의를 갖고 ‘혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획’을 발표하였는데, 모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명을 구현하기 위하여 지능화 혁신 프로젝트를 추진하여, 성장 동력 기술력 확보, 산업 인프라·생태계 조성, 미래사회 변화 대응 등과 연계해나가기로 하였다[21].

이러한 내용을 민간이 주도하고 정부가 총력 지원하는 범국가적 대응체계를 추진한다면, 2022년 기준 최대 128조원의 경제효과와 신규매출 증대로 16.2 ~ 37.1만 명의 일자리가 창출될 것으로 보았다.

제조업의 경우 디지털 제조업으로 탈바꿈하여 제조업의 서비스화 및 리쇼어링 전기를 마련하기 위하여 기초 단계에서 최적화 단계 스마트 공장으로 고도화 시키며, 근로자와 협업 및 자율대치가 가능한 지능형 제조로봇 개발·상용화 및 제품 생산 중심에서 가치사슬 전반에 혁신을 가져오는 제조 서비스화 플랫폼을 추진하겠다고 하였다[22].

또한, 2018년 5월 15일 제6차 회의를 통해 발표한 ‘4차 산업혁명 대응계획 추진상황 점검’에 따르면 2018년 중 4차 산업혁명 대응 후속전략을 마련할 예정이며, 일자리 전망을 통해 고용창출 규모 파악, 4차 산업혁명에 적합한 인재상 개발 및 산업 현황별 분석을 통해 전략과제를 도출할 예정이라고 하였다[23].

그러나 4차 산업혁명연구부 선임연구위원인 장윤종의 ‘한국 제조업의 4차 산업혁명 대응실태 특징과 시사점 (2018)’ 연구에 의하면, 최근 1년간 중견 제조업체들의 4차 산업혁명에 대한 인지도와 이해력은 크게 향상되었으나 대응수준은 작년에 비해 오히려 후퇴하였으며, 인식과 대응간의 괴리가 심각한 실정이라고 하였다[24].

그러므로 국내의 Industry 4.0은 기업들이 실질적으로 이해하고 체감하여 이행할 수 있는 방향으로 바뀌어야 국가가 추구하고자 하는 지능화 기반 사람중심의 산업 혁신이 구현 될 것이라고 생각한다.

REFERENCES

- [1] Y. S. Jeong, Y. H. & Yon J. H. Ku. (2017). Hash-chain-based IoT authentication scheme suitable for small and medium enterprises. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(4), 105-111. DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.4.105
- [2] J. H. Park & K. J. Lee(2017). Realization of user-centered smart factory system using motion recognition. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(6), 153-158. DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.6.153
- [3] J. Y. Park & K. I. Kim (2018). ICT Utilization for Optimization of SME Decision Making. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(1), 275-280. DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.1.275
- [4] E. Schmidt & J. Cohen, J. (2013). *The New Digital Age, Reshaping the Future of People, Nations and Business*. Seoul : Alkeybook
- [5] P. Szulewski. (2016). Koncepcje automatyki przemysłowej w środowisku Industry 4.0, *Mechanik*, 7, 574-578. DOI : 10.17814/mechanik.2016.7.221
- [6] G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber & J. P. Prote. Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0, *Procedia CIRP*, 19, 51-56. DOI : 10.1016/j.procir.2014.05.016
- [7] H. Kagermann, W. Wahlster & J. Helbig. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. acatech. http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf
- [8] M. J. Kim & S. J. Lee. (2017). A Study of Developing an IoT(Internet of Things) Business Platform Based on Fourth Industrial Revolution : Use of Cost Saving Model. *Korean Computers and Accounting Review*, 15(2), 1-18.
- [9] J. C. Shin & K. I. Kim. (2018). The necessity of Smart Factory's Standards and Certification System Based on Grounded theory. *Journal of Convergence for Information Technology*. 8(2), 203-208. DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.2.203
- [10] Schwab. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>
- [11] A. Magruk. (2016). Uncertainty in the Sphere of the Industry 4.0-Potential Areas to Reserch. *Business, Management and Education*, 14(2), 275-291. DOI : 10.3846/bme.2016.332
- [12] Y. W. Kim, S. J. Jeoung, S. K. Yoo & S. K. Cha. (2015).

- Smart factory international and domestic standardization trend. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 33(1), 30-36.
- [13] S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer & D. Gorecky. (2015). Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems, *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 579-584.
DOI : 10.1016/j.ifacol.2015.06.143
- [14] K. Janasz. (2009). Ryzyko i niepewność w gospodarce-wybrane aspekty teoretyczne. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 14, 87-98.
- [15] P. Bombola. (2014). Uogólniona niepewność zewnętrzna i wewnętrzna. *Ekonomia i Zarządzanie*, 6(1), 127-141.
- [16] K. Jędralska & A. Czech. (2011). O naturze niepewności i jej interpretacjach. *Master of Business Administration*, 3(110), 9-18.
- [17] A. Wawiernia. (2013). Taksonomia niepewności. *Zarządzanie i Finanse*, 11(1/3), 445 - 454.
- [18] F. Diana. (2015). *An Interview with Futurist Gerd Leonhard*. Reimagining the Future.
<https://frankdiana.files.wordpress.com/2015/01/disruptive-scenarios.jpg>
- [19] J. H. Lee & M. H. Lee. (2017). A Study on the 4th Industrial Revolution and the National Policy Directions, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 1705-1729
- [20] H. Kim, J. H. Park, K. Y. Kim & Y. K. Park. (2014). Smart Factory Based on ICT Technology. *Electronics and Telecommunications Trends*, 149, 62-71.
- [21] J. W. Seo. (2016). Industry 4.0 and Total Response Plan. Seoul National University Alumni Association.
<http://www.snua.or.kr/magazine/view.asp?seq=13132&gotopage=37&startpage=31&mgno=&searchWord=&mssq=>
- [22] Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution. (2018). *Human-oriented Industry 4.0 Response Plan for Innovation Growth*. Seoul.
- [23] Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution. (2018). *Response Plan Promotion Status check*. Seoul.
- [24] Y. J. Jang. (2018). *Characteristics and Implications of Industry 4.0 Response in Korean Manufacturing Industry*. Control & Instrumentation.
<http://blog.naver.com/controlinstrument/221228063817>

이 지영(Lee, Ji Young)

[중신회원]



- 2017년 2월 : 한국교통대학교 글로벌융합대학원(경영학석사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 일반대학원 박사과정
- 2017년 4월 ~ 현재 : 장안대학교 서비스경영과 초빙교수

- 관심분야 : 회계정보시스템, 중소기업정보화
- E-Mail : jiny97559@daum.net

김 경 일(Kim, Kyoung Ihl)

[중신회원]



- 1987년 2월 : 명지대학교 대학원 (경영학석사)
- 1995년 2월 : 명지대학교 대학원 (경영학박사)
- 1993년 4월 ~ 현재 : 한국교통대학교 융합경영전공 교수

- 관심분야 : IMS, Design of AIS
- E-Mail : kikim@ut.ac.kr