

제4차 산업혁명의 고용 영향에 대한 실증적 연구[☆]

An empirical study on the employment impact of the Fourth Industrial Revolution

안 종 창¹ 황 준*² 이 용 재³
Jongchang Ahn Jun Hwang Woongjae Lee

요 약

이 연구는 최근 빈번하게 언급되고 있는 제4차 산업혁명 관련 요소 기술들의 고용영향에 대한 논의를 정리하고 탐색적 연구를 수행하고자 하였다. 이를 위해, 먼저 2015년 9월 세계경제포럼(WEF)의 Global Agenda Council에서의 ICT 분야 경영진과 전문가를 대상으로 시행한 실현 가능성에 대한 설문조사 내용을 분석하고 확장하였다. 이를 바탕으로 국내 조직 종사자나 전문가를 대상으로 요소 기술들의 실현가능성뿐만 아니라 고용 영향에 대한 실증조사를 수행하였다. 실현가능성에대한 23개 항목별로 2025년에 실현가능한가에 대해 응답자들(n=169)은 전반적으로 긍정적으로 반응하였다. 또한 고용 영향 정도에 대해서는, 23개 항목별로 고용을 줄일 것이라는 항목이 많았지만 일부 요소기술 항목들은 고용을 늘릴 것으로 예상되었다. 향후 제4차 산업혁명의 고용영향에 대한 실증연구의 단초를 제공한다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다.

☞ 주제어 : 고용 영향, 제4차 산업혁명, 요소 기술, 실현가능성, 실증연구

ABSTRACT

This study aims to analyze various discussions for influences on employment by the technologies related to the frequently mentioned Fourth Industrial Revolution and to conduct an exploratory research. For this aim, this paper analyzes and extends the survey related to realization possibility for managements and professionals of ICT sector in Global Agenda Council of World Economic Forum (WEF) in September 2015. Based upon these results, this study further conducts an empirical survey not only over realization possibility but also over its employment impact. For each 23 item of realization possibility, all the respondents (n=169) responded positively to each item to be actualized in 2025. In addition, for each 23 item of the strength of employment impact, most items were responded as decrease of employment but a few items were predicted as expansion of employment. This research has a meaning in providing a clue of empirical survey for employment impact by the Fourth Industrial Revolution in the future.

☞ keyword : Employment impact; the 4th Industrial revolution; core technology; actualization possibility; empirical research

1. 서 론

2016년 이후 가장 빈번하게 매스컴이나 학계, 산업계에서 논의되고 토의 주제가 된 것은 제4차 산업혁명에 대한 내용이다. 대부분의 내용들은 제4차 산업혁명으로 인

해서 미래의 모습이 지금과는 비교할 수 없는 수준으로 변화의 속도, 넓이, 깊이가 크다는 점이다. 로봇기술과 인공지능 기술의 고도화와 다양한 정보통신기술(ICT)의 발전 및 결합으로 인해, 노동에 대한 상당한 변화와 영향 정도가 자주 논의되고 있다. 노동과 자본의 역할 사이에 경계가 과거 보다 더욱 희미해지고 있고, 기계 자체가 노동자로 변해가는 양상이다.

이에 따라, 본 연구에서는 과거부터 미래라는 시간 프레임 속에서 현재에 진행 중이지만 특히 미래에 조금 더 초점이 맞춰져 있는 제4차 산업혁명을 살펴보고자 한다. 이를 통해서 과연 지금까지 역사에서의 전체적 고용의 순증과는 다른, 미래에는 고용의 감소와 고용의 질이 저하될 것인가에 대한 문제를 출발점으로 한다.

제4차 산업혁명이라는 용어가 공식적으로 사용된 것은 다보스포럼 주장자인 클라우스 슈밥 부터라고 알려져 있

1 Department of Information System, Hanyang University, Seoul, 04763, Korea.

2 Dep. of Software Convergence, Seoul Womens University, Seoul, 01797, Korea.

3 Dep. of Digital Media Design and Applications, Seoul Womens University, Seoul, 01797, Korea..

* Corresponding author (hjun@swu.ac.kr)

[Received 28 September 2017, Reviewed 10 October 2017(R2 7 November 2017), Accepted 11 December 2017]

☆ 이 논문은 2016년도 한국고용정보원에 제출된 연구보고서 일부를 확장한 논문으로, 2017년도 한국인터넷정보학회 춘계학술대회 우수 논문 추천에 따라 확장 및 수정된 논문임

다[1]. 그러나 주요한 구성 기술들은 그 이전부터 시작하여 발전되어 왔고, 관련된 다양한 용어들도 사용되어 왔다. 예를 들어, 미국은 ‘Remaking America’, 독일은 ‘인더스트리 4.0과 플랫폼 인더스트리 4.0’, 중국은 ‘자주창신’, 일본은 ‘산업재흥플랜’이라는 전략을 추진하고 있다. 다보스 포럼은 제4차 산업혁명을 인간과 기계의 잠재력을 대폭 향상시키는 가상현실융합시스템(Cyber-Physical System)으로 정의했다[1]. 이것은 실제와 가상이 초연결 환경에서 통합되어 자동적, 지능적으로 사물도 제어할 수 있는 시스템을 의미한다. 인간의 삶에 상당한 영향을 줄 수 있는 분야(생명과 의료분야) 혁신도 초연결 환경에서 급속히 발전하게 된다. 이를 가능하게 하는 혁신들로 인공지능, 로봇, 사물인터넷(IoT), 3D 프린팅, 유전자 편집, 블록체인, 신소재 등이 거론되고 있다[2].

제4차 산업혁명은 신속하게 오거나 예측하지 못한 방법으로 찾아오게 될 미래가 아니라 ‘이미 도달한’ 현실이라 할 수 있다. 그러나 제4차 산업혁명이 구체적으로 무엇이고, 인류문명에서 어떤 의미를 가지고, 우리 삶을 어떻게 바꿔놓을지는 명확히 이해하기 어렵고, 어떻게 대응해야 할지가 쉽지 않다.

본 연구에서는 제4차 산업혁명의 개요, 서로 상반된 관점을 살펴보고, 특히 고용측면에서 어떤 영향을 줄 것인지 탐색해 보고자 한다. 이를 위해 문헌 검토와 각 분야 종사자를 대상으로 주요 기술의 티핑포인트*의 실현가능성과 이에 따른 고용분야 영향에 대한 설문 조사를 수행하게 되며, 고용에 대한 영향과 관련된 논의를 확장하고자 한다. 이를 바탕으로 미래를 준비할 수 있다는 점에서 본 연구의 의의가 있다.

2. 제4차 산업혁명의 고용 관련 영향

2.1 개요

제4차 산업혁명의 고용에 대한 영향과 관련해서, 낙관적 입장과 비관적 입장이 있다. 크게 기술에 대한 회의론과 낙관론이 있고, 양측의 입장을 모두 인정하는 실용적 낙관론이 있다. 또한 단기와 장기, 생산성 증가에 미치는 영향도 취하는 입장에 따라 상반된 관점을 보인다. 먼저 과학기술이 고용에 미치는 서로 상반되는 두 가지 영향

에 대해 살펴볼 필요가 있다. 1) 기술이 벗어낸 파괴효과와 자동화로 인한 자본의 노동 대체 현상과 2) 새 재화와 서비스에 대한 수요 증가로 새로운 직종과 사업, 산업분야가 만들어지는 자본화 효과가 있다. 자본화 효과가 노동 대체 효과를 앞지르는 시기, 범위, 두 효과의 치환 진행속도가 핵심이라 할 수 있다. 역사적으로 지금까지는 한쪽으로 치우치지 않고 두 관점의 중간에서 결과가 발생해 왔다고 할 수 있다[3].

어떤 연구는 현재의 급속한 기술 진보가 노동에 도움이 된다고 했고, 또 다른 연구에서는 자본에 이바지한다고 주장되어 왔다. 그러나 양 입장 모두 기술이 노동과 자본의 기존 원천을 통합하며, 새로운 원천을 생성한다는 사실을 간과했다. 기계가 어느 때보다 더 많은 노동을 대체하고 있고, 자기복제를 통해 더 많은 자본을 생성한다. 미래의 승자는 저가 노동을 제공하는 사람이나 일반 자본을 소유하는 사람이 아닐 수 있음을 의미한다. 노동과 자본 모두 점점 자동화의 압박을 받게 된다[4].

고용측면의 영향에서 우리는 남녀에 따른 차이(성에 따른 격차가 커질 것으로 예상됨), 개발도상국에 미치는 영향 등도 관찰할 필요가 있다. 저기능·저급여와 고기능·고급여에 따른 노동시장 분리는 심화될 것으로 예상된다. 마틴 포드[5]의 예측대로, 우리가 제4차 산업혁명을 제대로 대비하지 않는다면, 직무와 기술 피라미드의 기반이 무너지고, 불평등과 사회적 긴장이 심화될 것이다. 기반 기술을 포함하는 자동화는 상대적으로 숙련도가 낮은 개발도상국 노동자들에게 가장 큰 타격을 줄 것으로 보인다. 지능형 기계가 더 저렴해지고 성능이 향상되면서 인간 노동을 더 많이 대체하게 된다[4]. 이런 대체는 상대적으로 구조화된 공장 같은 환경과 일상적이고 반복적인 노동에서 발생한다.

2.2 낙관적 입장

과거와 비교해 볼 때 이번엔 상황이 나빠질 것으로 생각할 특이사항이 없다는 관점이다. 이 입장은 제4차 산업혁명에 따른 자동화의 진전으로 인해, 고용 관련 많은 직업의 소멸이나 고용의 감소로 이어질 이유가 없다고 본다. 기술혁신이 생산성을 높이고 부를 만들며 재화와 서비스 수요를 증대시킴으로써, 결국 새로운 일자리를 창출한다고 믿는다. 인간의 니즈(needs)와 윈츠(wants)는 끝이 없어서 그들의 수요를 공급하는 일 역시 한계가 없다는 것을 주장한다[3].

정보통신 기술의 노동 보완 효과가 클 경우 생산량 증

* 임계점 : 작은 변화들이 어느 기간 동안 쌓여서, 작은 변화가 하나만 더 일어나더라도 갑자기 큰 영향을 초래할 수 있는 상태가 된 단계를 일컫음

대, 노동 수요 증대와 노동 공급 변화 및 임금 간 상호작용으로 순 고용의 큰 변화 없이 노동시장이 작동하게 된다. 이 과정에서 직업과 직무의 변화가 서서히 일어날 수 있다는 입장이다. Autor[6]는 시장 확대와 이에 따른 노동 수요 증대를 통해서 순 고용에는 큰 변화가 없을 것으로 전망했다. 또한 자동화의 노동 보완 측면을 비판론이 간과한 점을 비판하고 있다. 정책적 보완을 통해 사회적 갈등 없이 변화가 진행될 여지가 있는 점을 시사하고 있다. 로봇(자동화의 대표 사례)이 생산성을 향상시키지만 직업은 감소시키지 않는다는 연구도 있다. Muro와 Andes[7]는 17개 국가의 산업 로봇에 대한 활용도 분석에서, 고용과 로봇 활용 정도 간에 상관관계는 발견할 수 없었다. 반면에, 요구되는 노동의 종류를 변화시키는 것으로 나타났고, 비숙련 노동 수요는 감소했다.

인공지능 등으로 인한 자동화와 직무변화는 직업의 대체보다는 시장의 확대를 이끌 가능성도 있다. Remus와 Levy의 연구[8]에 따르면, 인공지능을 통한 법률서비스의 자동화는 변호사와 사무 보조인 대체 효과도 있지만 법률서비스 시장 확대를 고려하면 고용에 큰 변화는 없을 것으로 전망했다. Bessen[9]은 1980년부터 2013년까지 기간에서 컴퓨터 활용이 평균 이상인 산업의 고용은 증가한 반면에, 다른 산업의 고용은 상대적으로 부진하였음을 보여주었다. 그러므로 문제는 노동의 대체가 아니라 '기술격차'에 있음을 주장했다. 연평균 고용의 퍼센티지 성장은 컴퓨터 이용 중간(median) 이하 산업이 0.74인 반면, 중간 이상 산업은 1.61이었다. 미국 법률서비스 산업에 자동 문서검색 프로그램이 도입된 1990년대 말 이래 변호사·법률가 보조원의 고용은 오히려 5만 명이 증가한 것으로 나타났다[9].

자동화는 비용 감소, 해당 서비스 가격의 감소, 시장 확대를 통하여 해당 분야의 고용을 증가시킬 수도 있고, 필요한 기능을 보유하지 못한 분야는 고용이 부진할 수도 있다. 자동화가 진전된 분야는 일의 성격도 변화할 것으로 전망된다. ATM 기기가 은행에 도입된 후, 창구직원의 업무가 대고객 상품설명을 포함하여 마케팅 지향적으로 변화한 것이 예이다. 하나의 직업 내 일부 직무는 자동화되지만, 자동화가 어려운 직무에서는 직업은 소멸되지 않고 일의 성격이 변화될 수 있다는 것이다.

정보통신기술이 고용을 순증 시키는지 여부와 소득분배에 악영향을 미치는지 여부는, 사회의 인력공급 시스템이 제4차 산업혁명 시대에 요구하는 고숙련 인력과 그 외의 인력 간의 상대적 수요에 유효하게 대응할 수 있는지에 좌우될 수 있다[2]. 인적자본이 충분히 공급·축적 되

면, 역량을 갖춘 인력에 대한 초과수요나 고임금 등 일부 분야에서의 부의 집중 현상이 완화되고 직종이 고도화되면서, 전반적 고용 안정, 혁신, 지속적 성장이 가능할 것이다[2,3].

2.3 비판적 입장

여러 직종에서 육체노동이나 단순 반복 업무가 자동화되었다. 예상보다 빨리 다양한 직업군이 부분적 또는 전면적으로 자동화가 이루어지리라 예상된다. 기술과 고용에 관한 옥스퍼드 마틴 프로그램 분석[10]에 의하면, 이전 20세기에 존재하지 않았던 산업 분야에 고용된 미국의 노동인구는 0.5퍼센트에 지나지 않는다. 새로운 산업 분야가 창출한 일자리로 흘러간 노동력이 1980년대의 8%, 1990년대의 4.5%에 비해 상당히 낮은 수치이다([1]에서 재인용). 이는 정보기술 및 와해적 기술 혁신으로 생산성이 상승된 이윤이 기존 노동자를 대체하는 데서 비롯되었다는 사실을 확인할 수 있다. 마틴 포드[5]는 7가지 파괴적 동향으로 미국에서 임금정체, 파이의 대부분이 기업에 귀속됨, 하락하는 노동 참여율, 줄어드는 고용 창출/길어지는 실업 기간/급증하는 장기실업, 심화되는 불평등, 대졸 신입의 소득 감소와 저고용, 양극화와 임시직 일자리에 대한 다양한 통계를 제시하고 있다[4].

피케티[11]가 예상하는 경제에서는 자본의 심화 현상은 자본의 한 형태인 로봇과 컴퓨터, 소프트웨어가 점점 인간 노동력을 대체함에 따라 점점 가속화될 것이다. 이와 같은 자본에 기반을 둔 기술변화가 미국을 비롯한 전 세계에서 일어나고 있음이 입증되고 있다. 수전 플렉 외 [12]의 분석에 따르면, 1947년부터 2000년 까지 노동 점유율은 평균 64.3%였다. 노동 점유율은 지난 10년 동안 계속 감소해서 2010년 3분기에 가장 낮은 57.8%를 기록했다. 카라바부니스와 니만[13]에 따르면, 중국, 인도, 멕시코를 포함한 조사 대상 59개국 가운데 42개국에서 GDP에 대한 노동 점유율이 상당히 감소했다.

제3의 유형이 세계 경제를 점점 일으키고 있는데, 이런 변화 유형을 '슈퍼스타 기반의 기술 변화'라고 부른다[4]. 인스타그램은 14명의 종업원으로 시작했고, 이는 코닥의 종업원 수(정점에 14만 5천 명을 고용)와 비교되는 사례이다. 네트워크화와 디지털화는 제조업과 마케팅/유통부터 금융 서비스까지 경제 전반에 걸쳐 모든 산업에 광범위하게 파급되고 있다. 소득이 멱함수 법칙에 따라 분배되면, 대부분 사람의 소득은 평균이하가 된다. 1인당 실질 GDP에서 미국은 세계 최상위에 속하지만, 20년 동안

중간소득은 정체되었다.

프레이와 오스본[10]은 자동화가 될 확률이 높은 702가지의 직업에 순위를 매겨, 과학기술 혁신이 실업에 미칠 잠재적 영향력을 수치화했다. 이 연구는 10년~20년 사이에 미국 내 모든 직업의 약 47%가 자동화로 인해 위협에 처할 수 있음을 나타냈다. 2016년 다보스포럼은 2020년까지 인공지능과 로봇의 영향으로 전 세계에서 일자리 710만개 소멸과 200만개 창출로 약 510만개의 일자리가 감소될 것으로 예상하였다[14]. 중간소득층의 단순 반복 업무 일자리는 크게 줄어들 것으로 보이지만, 고소득 전문직과 창의성을 요하는 직군, 저소득 노무직에서는 오히려 고용이 증가할 전망이다.

직업 대체의 원인이 알고리즘과 로봇, 다른 형태의 비인적 자산의 능력 때문만은 아니고, 대다수 기업들이 오프쇼어링(off-shoring)과 아웃소싱을 쉽게 진행하기 위해 업무를 명확하고 단순하게 정립했기 때문이다. 프레이와 오스본[10]은 이와 같은 노력이 업무 자동화를 가능하게 한 주요 원인이라고 지적했다.

점차 ‘휴먼 클라우드(human cloud)’ 방식으로 업무를 처리하는 고용주가 증가하고 있다. 전문직 활동은 구체적인 업무와 개별적 프로젝트로 나누어져, 세계 도처의 잠재 노동자가 등록된 가상의 클라우드에 업로드 된다. 이것은 새로운 온디맨드(on-demand) 경제이다. 노동 공급자는 더 이상 전통적 의미의 피고용자가 아니라, 특정 업무만을 수행하는 독립형의 노동자가 된다. 휴먼 클라우드 플랫폼이 노동자를 ‘자영업자’로 분류하기 때문에, 최저임금제, 고용에 따른 각종 세금, 고용 과정에서 발생하는 성가신 일이나 규정에서 기업은 자유로울 수 있게 된다[1]. 휴먼 클라우드의 발전은 인간 직업의 자동화를 앞당기는 역할을 하게 될 수도 있다.

3. 관련 연구

본 과제와 관련, 세계경제포럼의 글로벌아젠다카운슬에서는 ‘소프트웨어와 사회의 미래(The Future of Software and Society)’라는 주제 하에 ICT 분야 800명 이상의 경영진/전문가를 대상으로 설문조사를 시행하였다. 그 결과를 2015년 9월에 보고서로 발표했다[15]. ‘거대한 변화-기술의 티핑 포인트(tipping points)와 사회적 영향이라는 보고서이다. 이는 과학기술이 이끌어낼 변화가 미래의 디지털 초연결 사회를 구축하는 2025년까지 일어날 21가지 티핑 포인트를 제시하고 있다. 세계의 흐름을 바꾸는 기술이 공중 영역에 침투하게 되면 그 시점이 언제일지, 이러한

변화가 개인, 기관, 사회와 정부에 미칠 영향을 충분히 이해하는가에 대한 조사이다[15]. 이 보고서의 주요 내용 중 본 연구와 관련된 사항은 다음 표([1])을 수정)와 같다.

(표 1) 4차 산업혁명 관련 과학기술적 변화와 고용 관련 예측 (Table 1) The prediction for employment and scientific- technological change related to the fourth industrial revolution

Technology type	Tipping point	Response of happening possibility (%)
Body-embbeded device	The advent of the first commercialized (body) inserting mobile phone	82
Digital identity	80% of population has digital identity on the Internet.	84
Eye vision as a new interface	10% of eye-glasses for reading is connected to Internet.	86
Wearable Internet	10% of population puts on clothing connected to Internet.	91
Ubiquitous computing	90% of population can connect to Internet anytime and anywhere.	79
Super computer in purse	90% of population uses smartphone.	81
Storage available for everyone	90% of population possess unlimited and free repository being operated by ads revenue.	91
Internet of Things(IoT)	1,000 billion sensors are connected to the Internet.	89
Connected home	Over 50% of the Internet traffic are focused on home devices (which are not entertainment, hobby, and communication devices).	70
Smart city	The first urban having no traffic signals in spite of over 50,000 habitants is created.	64
Decision-making by big data utilization	The first government using big data on behalf of population census for the purpose of population survey is created.	83
Self-driving car	10% of cars running road in the United States are self-driving cars.	79

Technology type	Tipping point	Response of happening possibility (%)
AI and decision making	The first artificial intelligence machine is operated in a corporate executive committee.	45
AI and white color	30% of corporate auditing are conducted by artificial intelligence.	75
Robotics and service	The first robot pharmacist is begun in the United States.	86
Bit coin and Block-chain	10% of the world GDP are stored in the block-chain technology.	58
Sharing economy	Tourism using car-sharing than self-car is more frequent.	67
Government and Block-chain	The first government collecting tax through block-chain is emergent.	73
3D printing technology and manufacturing	The first automobile made by 3-D printer is produced.	84
3D printing technology and human's health	The liver made by 3-D printer is implanted firstly.	76
3D printing technology and consumer's product	5% of consumer product are made by 3-D printer.	81
Designer Beings	The first human-being with edited genes directly and intentionally is created.	-
Neurotechnologies	The first human-being implanted with artificial memory perfectly is created.	-

4. 실증 분석

4.1 측정도구 및 조사방법

상기 WEF의 조사 결과[15]가 발표된 뒤 1년여가 흐르고 국내에도 제4차 산업혁명이 이슈가 된 이후, 일반인들에게도 방송/통신, 전문가 좌담회/포럼 등으로 그 내용이 많이 알려지게 되었다. 이에 따라 WEF의 조사 사항을 토대로 학생, 조직종사자, 전문가(대학 교강사, 정부출연기관 종사자 등) 대상으로 2025년에 국내에서 티핑포인트가 실현될 가능성과 함께 고용에 대한 영향 정도를 추가

하여 조사하게 되었다.

조사기간은 2016년 11월 4일부터 11월 10일까지 1차 모의 테스트(pilot test)를 수행했다. 2차 모의 테스트는 통신회사 조직원 샘플을 추가하여 수행되었다. 이를 토대로 본 조사(main study)는 테스트 샘플을 포함하여 2016년 11월 17일부터 11월 30일까지 온라인 설문으로 수행되었다. 7점 척도를 사용하여 “매우 그렇지 않다”부터 “매우 그렇다”라는 항목으로 점수를 부여하여 설문조사를 수행했다. 이를 통해 신뢰성 분석, 기술통계 분석, 전문직과 일반직 및 성별에 따른 집단 간 차이분석을 수행 하였다.

설문에 앞서 “최근 세계경제포럼(WEF)에서는 과학기술이 이끌어낼 변화들이 미래의 디지털 초연결 사회를 구축하는 2025년까지 일어날 티핑 포인트(간단한 설명 포함)가 될 수 있음을 제시하였다. 이와 같은 세계의 흐름을 바꾸는 기술의 공중(public) 영역 침투 시점과 개인/기관/정부와 사회에 미칠 영향에 대한 충분한 이해를 위해, 해당 변화들의 실현 가능성과 고용 영향에 중점을 두어 설문조사를 진행하고자 한다”는 제시문을 설문지에 포함 하였다.

설문 문항은 총 53문항으로 제4차 산업혁명 관련 미래 기술 23종류에 대해 각각 실현가능성 23문항, 고용영향 23문항, 그리고 응답자의 인구 통계 관련 7문항으로 구성 하였다. 응답자는 각각의 주제와 관련된 선택형 질문을 통해 답변하도록 요청되었다.

4.2 분석결과

4.2.1 응답자의 인구 통계적 특성과 신뢰성 분석

응답자 총 175명 중 최종 문항까지 성실하게 답한 응답자는 총 169명으로 성별은 남성이 126명(74.56%)으로 가장 많았다. 연령대는 ‘40대’가 105명(62.13%)으로 가장 많았으며 응답자의 평균 연령은 40.8세였다. 소속 조직으로는 ‘대기업’이 54명(32.53%), ‘중소기업’이 33명(19.88%) 순이었다. 근무연수는 ‘20년 이상’ 39명(23.35%)과 ‘15년 이상~20년 미만’ 35명(20.96%) 순이었다. 주요 인구 통계의 결과는 표 2와 같다.

제4차 산업혁명 관련 실현가능성과 관련된 23개 측정항목의 신뢰성 분석을 하였다. 이를 위해 크론바(Cronbach) 알파값을 계산한 결과 0.923을 보였다. 또한 고용에 대한 영향과 관련된 23개 측정항목의 전체 크론바 알파값은 0.905의 값을 보였다. 일반적으로 크론바 알파 계수는 0.6 이상이면 신뢰성 있는 측정항목으로 변수가 측정되었다고 본다[16]. 제4차 산업혁명과 관련된 실

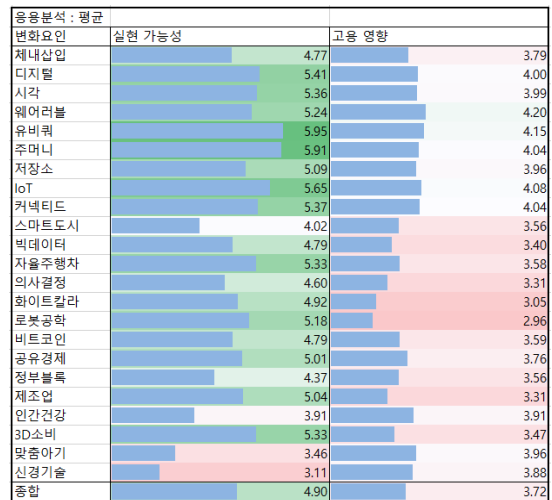
(표 2) 주요 인구통계 결과
(Table 2) Result of demographic statistic

Type		Frequency	Percentage	
Sex	Male	126	74.56%	
	Female	42	24.85%	
	No-response	1	0.59%	
Ages	Twenties	26	15.38%	
	Thirties	28	16.57%	
	Forties	105	62.13%	
	Fifties	10	5.92%	
Academic career	Below high school	1	0.59%	
	College graduation	13	7.69%	
	Under university student	15	8.88%	
	University graduation	82	48.52%	
	Master	6	3.55%	
	During doctorate course	34	20.12%	
	Doctor	7	4.14%	
No-response	11	6.51%		
Affiliate org.	Professor/lecturer	13	7.69%	
	Lab./Government agencies	9	5.33%	
	Large coporation	54	31.95%	
	SMEs	33	19.53%	
	Self-company	19	11.24%	
	Students	21	12.43%	
	Public servant	17	10.06%	
	No-response	3	1.78%	
	Career years	below one year	23	13.61%
		one year~below 3 years	26	15.38%
3 years~below 6 years		8	4.73%	
6 years~below 10 years		15	8.88%	
10 years~below 15 years		21	12.43%	
15 years~below 20 years		35	20.71%	
above 20 years		39	23.08%	
No-response		2	1.18%	
Position	Staff/member	14	8.28%	
	Assistant manager	6	3.55%	
	Manager	18	10.65%	
	Senior manager	53	31.36%	
	Executive/ CEO	25	14.79%	
	Etc. (including student)	23	13.61%	
	Researcher	3	1.78%	
	Senior Researcher	1	0.59%	
	Chief researcher	3	1.78%	
	Research executive	2	1.18%	
	Public servant	16	9.47%	
	No-response	5	3.05%	

현가능성과 고용에 대한 영향 정도를 측정하기 위해, 상기의 측정항목들이 신뢰할 수 있는 정도로 구성되어 있다고 판단할 수 있다.

4.2.2 응답내용 분석

제4차 산업혁명 관련 주요 과학기술적 변화에 관해 응답자들이 생각하는 '실현 가능성'은 평균 4.90점이었다. 이러한 과학기술적 변화들이 대체적으로 실현가능할 것으로 이들은 생각하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 제4차 산업혁명 관련 주요 과학기술적 변화에 관해 응답자들이 생각하는 '고용에 미칠 영향'은 평균 3.72점이었다. 이러한 과학기술적 변화들이 고용에 있어 중립적이거나 약간의 부정적인 영향(고용감소)을 미칠 것으로 응답자들은 예상하였다.



(그림 1) 응답현황 요약
(Figure 1) Summary of response state

(1) 실현가능성

응답자들은 '유비쿼터스', '주머니 속의 슈퍼컴퓨터', 'IoT'의 실현 가능성에 대해 5.50점대 이상으로 매우 높은 수치를 보였다. 그 뒤를 '디지털 정체성', '커넥티드 홈', '새로운 인터페이스로의 시각', '자율 주행 자동차', '3D 프린팅 기술과 소비자 제품' 등이 5.3점 이상을 나타냈다. 반면 '맞춤야기', '신경 기술' 등에는 3.5점대 이하의 낮은 점수를 부여해 이들의 실현 가능성은 다소 낮을 것으로 예상하고 있었다.

(표 3) 실현가능성에 따른 과학기술적 변화의 분류표
(Table 3) Classified table of scientific and technological change by actualization possibility

Type	Result area	Scientific and technological change
Realization possibility	above 5.5	Ubiquitous computing(5.95) Super computing in purse(5.91) Internet of Things: IoT(5.61)
	above 5.25~ below 5.5	Digital identity(5.41) Connected home(5.37) Eye vision as a new interface(5.36) Self-driving car(5.33) 3D printing technology and consumer's product(5.33)
	above 5.0~ below 5.25	Wearable Internet(5.24) Robotics and service(5.18) Storage available for everyone(5.09) 3D printing technology and manufacturing(5.04) Sharing economy(5.01)
	above 4.5~ below 5.0	AI and white color(4.92) Decision-making by big data utilization(4.79) Bit coin and Block-chain(4.79) Body-embedded device(4.77) AI and decision making(4.60)
	above 4.0~ below 4.5	Government and Block-chain(4.37) Smart city(4.02)
	below 4.0	3D printing technology and human's health(3.91) Designer Beings(3.46) Neurotechnologies(3.11)

즉, 응답자들은 개인 단위 및 근거리 사물 간의 소규모 연결 및 자동화, 모바일 화에는 상당한 실현가능성이 있을 것으로 보고 있었다. 또한 인간의 사고 및 의사결정을 대체할 수 있는 인공지능 또는 빅 데이터 기반의 과학기술적 발전에도 어느 정도 실현 기대를 가지고 있었다. 반면에, 소규모 연결을 넘어 사회적 수준의 거대한 유기적 연결의 실현 가능성에는 다소 중립적이었다. 또한 이러한 변화가 생체와 생명에 관련된 경우에는 실현 가능성을 다소 부정적으로 보고 있는 것으로 해석된다.

(2) 고용 영향

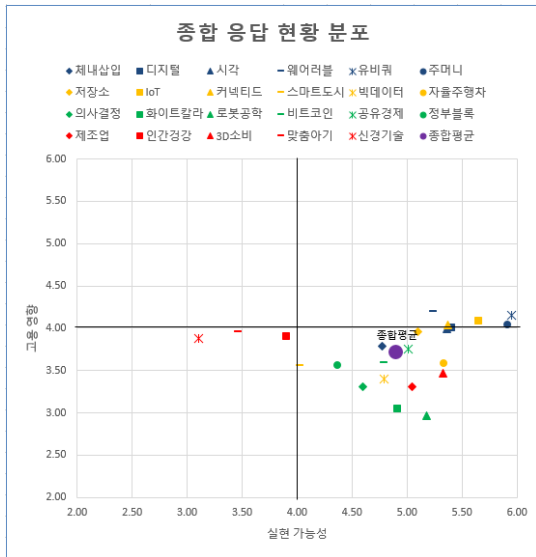
응답자들은 '로봇공학'에 3점대 이하로 가장 낮은 수치를 보였고, 그 뒤를 '인공지능과 화이트칼라', '인공지능과 의사결정', '3D프린팅 기술', '빅데이터' 등이 3.5점대

이하의 점수 분포를 나타냈다. 반면 '웨어러블 인터넷', '유비쿼터스 컴퓨팅', '사물인터넷(IoT)', '주머니 속 슈퍼 컴퓨터', '커넥티드 홈', '디지털 정체성' 등에는 중간 값인 4점 이상의 점수를 부여해 이들 기술들이 고용에 중립적이거나 약간의 긍정적인 영향(고용증가)을 미칠 것으로 보고 있는 것으로 나타났다.

(표 4) 고용 영향에 따른 과학기술적 변화의 분류표(역순)
(Table 4) Classified table of scientific and technological change by employ impact

Type	Result area	Scientific and technological change
Employment impact	below 3.0	Robotics and service(2.96)
	above 3.0~ below 3.5	AI and white color(3.05) AI and decision making(3.31) 3D printing technology and manufacturing(3.31) Decision-making by big data utilization(3.40) 3D printing technology and consumer's product(3.47)
	above 3.5~ below 4.0	Smart city(3.56) Government and Block-chain(3.56) Self-driving car(3.58) Bit coin and Block-chain(3.59) Sharing economy(3.76) Body-embedded device(3.79) Neurotechnologies(3.88) 3D printing technology and human's health(3.91) Storage available for everyone(3.96) Designer Beings(3.96) Eye vision as a new interface(3.99)
	above 4.0~ below 4.5	Digital identity(4.00) Super computing in purse(4.04) Connected home(4.04) Internet of Things: IoT(4.08) Ubiquitous computing(4.15) Wearable internet(4.20)

응답자들은 로봇공학과 같이 단순·반복 노동을 효율적으로 대체할 수 있을 것으로 인식되는 과학·기술적 변화가 고용에 어느 정도 부정적 영향(고용 감소)을 미칠 것으로 인식하는 것으로 나타났다. 다음으로 인간의 지능과 사고, 전문 기술을 대체하는 데 영향을 줄 수 있는 변화들이 고용에 부정적 영향을 미칠 것으로 생각하고 있었다. 반면에 사물 인터넷(IoT)을 비롯해서 이를 활용하는 유기적인 연결 기술들은 고용에 중립적이거나 오히려 고용에 약간의 긍정적(고용 증가) 영향을 미칠 것으로 예상하고 있었다.



(그림 2) 종합 응답현황 분포 차트

(Figure 2) Distribution chart of composite responses state

4.2.3 집단 간 차이 분석

직급, 종사자 소속, 전문직 여부 등을 기준으로 샘플을 전문직/경영자 그룹(40명)과 학생을 포함한 일반직 그룹(124명)으로 나누어(무응답자 5명 제외) 집단 간 차이분석을 위한 독립표본 t-test를 수행하였다. 실현가능성에서 유비쿼터스 컴퓨팅($F=7.634$, $t=-2.176$, $p=0.034^*$)만 5% 유의수준에서 집단 간 차이가 유의하였고, 나머지 22개 항목들은 유의하지 않았다. 고용에 대한 영향에서는 3D 프린팅 기술과 소비자 제품($F=19.538$, $t=-2.162$, $p=0.033^*$)만 5% 유의수준에서 집단 간 차이가 유의하였고, 나머지 22개 항목들은 집단 간 차이가 유의하지 않았다.

또한, 성별에 대한 집단 간 차이분석을 위해 독립표본 t-test를 수행하였다. 실현가능성에서 주머니 속 슈퍼컴퓨터($F=4.450$, $t=-2.370$, $p=0.020^*$)만 5% 유의수준에서 집단 간 차이가 유의하였다. 나머지 22개 항목들은 유의하지 않았다. 고용에 대한 영향에서는 3D 프린팅 기술과 소비자 제품($F=3.993$, $t=3.802$, $p=0.000^{***}$)만 0.1% 유의수준에서 집단 간 차이가 있었고, 나머지 22개 항목들은 유의하지 않았다.

결과적으로, 제4차 산업혁명의 주요 기술 항목들의 실현 가능성과 고용에 대한 영향과 관련해서, 전문직/경영자 그룹과 일반직 그룹 간에 유의한 차이가 없다는 점을

확인할 수 있었다. 2016년부터 마스크와 다양한 포럼 등에서 제4차 산업혁명에 대한 토론과 정보 제공이 활발히 이루어져 전문직과 경영진뿐만 아니라 학생과 일반직 종사자 집단 간에 차이를 보이지 않았다고 해석해 볼 수 있다. 단, 본 연구는 탐색적 연구의 성격을 가지고 있어서, 각 집단별 샘플 크기에서 불균형을 가지는 점을 감안할 필요가 있다.

5. 결 론

2016년 이후 빈번하게 논의되는 제4차 산업혁명은 다양한 요소기술을 통해 점점 더 생활과 산업 영역에 확산되고 있다. 인공지능과 로봇 기술을 중심으로 과거와는 달리 고용에 다양한 영향을 미치고 있다고 볼 수 있다. 특히 고용에 대한 영향은 과거와는 다른 양상으로 전개되어 복잡하고, 광범위하며, 더 깊을 것으로 예상되고 있다. 이러한 양상에 따라, 본 연구는 먼저 문헌과 기존 관련 사항을 정리하였다. 이를 바탕으로 제4차 산업혁명의 23개 요소기술에 대한 2025년 시점에서의 실현가능성과 요소기술별 고용에 대한 영향 정도에 대해 설문조사를 수행하였다.

실현가능성과 관련, 응답자들은 개인 단위 및 근거리 사물 간의 소규모 연결 및 자동화, 모바일 화에 대해서는 실현가능성이 높을 것으로 보고 있었다. 인간의 사고 및 의사결정을 대체할 수 있는 인공지능이나 빅 데이터 기반의 과학·기술 발전에도 어느 정도 실현 기대감을 가지고 있었다. 반면에 소규모 연결을 넘어서 사회적 수준의 상당히 유기적 연결의 실현 가능성에는 다소 중립적이었다. 이런 변화가 생체와 생명에 관련된 경우에는 실현 가능성을 다소 부정적으로 보고 있었다.

고용 영향과 관련, 로봇공학처럼 단순·반복 노동을 효율적으로 대체할 수 있을 것으로 인식되는 과학·기술적 변화는 고용에 어느 정도 부정적 영향을 미칠 것으로 예상하고 있었다. 인간의 지능과 사고, 전문 기술을 대체하는데 영향을 줄 수 있는 변화들은 고용에 약간의 부정적 영향을 미칠 것으로 보았다. 단순, 미숙련, 반복적 직업에만 영향을 줄뿐만 아니라 전문직이나 인간 고유 영역이라고 인식되는 직종에도 영향을 주기 시작한 점을 인식하고 있는 것으로 해석되었다. 반면, 사물 인터넷(IoT)을 비롯한 이를 활용한 유기적인 연결 기술들은 고용에 중립적이거나 오히려 약간의 긍정적 영향을 미칠 것으로 예상하고 있었다.

한편, 샘플을 전문직과 일반직으로 나누어 분석한 결과와 성별에 따라 집단 간 차이가 있는가에 대한 분석결과와 모두 유의하지 않았다. 다양한 경로로 제4차 산업혁명과 요소 기술들이 무엇인지를 사람들이 인지하고 있는데 따른 결과로 해석된다.

본 연구 결과는 탐색적 성격을 가지고 있지만, 다양한 직종 종사자들이 제4차 산업혁명의 요소기술을 바라보는 생각의 단면을 파악하는데 열쇠를 제공하는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다. 향후 연구에서는 집단 간 샘플의 좀 더 균형적인 확보, 설문 항목들의 정치화, 전문가 인터뷰 등을 통한 추가 조사를 통해, 고용에 기여할 수 있는 요소를 좀 더 찾을 수 있을 것이다.

참고문헌(Reference)

- [1] K. Schwab, "The Fourth Industrial Revolution by Klaus Schwab", Translated by K.J. Song, Megastudy Corporation, Seoul, 2016.
- [2] G.Y. Choi, "Change State and Policy Implication of the Fourth Industrial Revolution Era", KISDI Premium Report, Korea Information Society Development Institute, 16-0, 2016.
http://m.kisdi.re.kr/mobile/prem/pre_view.m?controlNo=13930
- [3] S.K. Jeong, N.S. Kim, and J.C. Ahn, "Employment variation analysis according to ICT investment and technological innovation", Fundamental Research Report, Korea Employment Information Service, 2016-39, 2016, pp. 101-166.
<http://keis.or.kr>
- [4] K. Schwab, et al., "The Shock of the Fourth Industrial Revolution", Translated by J.H. Kim et al., Herum-Chulpan, 2016.
- [5] M. Ford, "Rise of the Robots", Sejong Press, 2016.
- [6] D. Autor, "The Polarization of Job Opportunities in the US Labor Market: Implications for Employment and Earnings", Center for American Progress and the Hamilton Project, 2010.
<http://www.hamiltonproject.org/assets/legacy>
- [7] M. Muro and S. Andes, "Robots Seems to Be Improving Productivity, Not Costing Jobs", *Harvard Business Review*, June, 2015.
<https://hbr.org/2015/06/robots-seem-to-be-improving-productivity-not-costing-jobs>
- [8] D. Remus and F.S. Levy, "Can Robots Be Lawyers? Computers, Lawyers, and the Practice of Law", Social Science Research Network (SSRN), 2015.
<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2701092>
- [9] J. Bessen, "The Automation Paradox", *The Atlantic*, Jan. 19, 2016.
<https://www.theatlantic.com/business/archive/2016/01/automation-paradox/424437/>
- [10] C.B. Frey and M.A. Osborne, "The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerization?", Oxford Martin School, 2013.
https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- [11] T. Piketty, "Capital in the Twenty-First Century", Translated by K. D. Jang et al., Gulhangari, Seoul, 2014.
- [12] S. Fleck, J. Glaser and S. Sprague, "The Compensation-productivity Gap: A Visual Essay", *Monthly Labor Review*, January, 2011, pp. 57-69.
<https://www.bls.gov/opub/mlr/2011/01/art3full.pdf>
- [13] L. Karabarbounis and B. Neiman, "The Global Decline of the Labor Share", *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No.19136, June, 2013.
<http://www.nber.org/papers/w19136.pdf>
- [14] WEF, "The Future of Jobs : Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution", World Economic Forum, 2016.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- [15] WEF, World Economic Forum, "Deep Shift - Technology Tipping Points and Societal Impact", Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, World Economic Forum, 2015.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf
- [16] A.H. Van de Ven and D.L. Ferry, "Measuring and Assessing Organization", Wiley Inter science, New York, 1980.

● 저 자 소 개 ●



안 종 창(Jong-chang Ahn)

1994년 고려대학교 경제학과(경제학사)
2002년 세종대학교 대학원 인터넷소프트웨어학과(공학석사)
2007년 한양대학교 대학원 정보기술경영학과(공학박사)
2010년~현재 한양대학교 정보시스템학과 부교수
관심분야 : 지식경영, 전자상거래론, 정보시스템 사용자 행태, 미디어 사용자 행태, etc.
E-mail : ajchang@hanyang.ac.kr



황 준(Jun Hwang)

1985년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
1991년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
2013년-2014년 미국 조지아텍 연구교수
1992년~현재 서울여자대학교 소프트웨어융합학과 교수
관심분야 : 시스템소프트웨어, 임베디드시스템, IoT, etc.
E-mail : hjun@swu.ac.kr



이 웅 재(Woongjae Lee)

1981년 연세대학교 전기공학과(공학사)
1985년 University of Illinois, Dept. of Computer Science(공학석사)
1991년 Illinois Institute of Technology, Dept. of Computer Science(공학박사)
1993년~현재 서울여자대학교 디지털미디어학과 교수
관심분야 : WSN, 인공지능, 자연어처리, 멀티미디어, etc.
E-mail : wjlee@swu.ac.kr