

4th Industrial Revolution and Magnetics (2)

Hi-Jung Kim*

Center for Spintronics, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, Korea

(Received 8 August 2017, Received in final form 17 August 2017, Accepted 18 August 2017)

Many people have wondered that a job could be reduced greatly due to the automation by artificial intelligence and labor replacement by robot, drone, and autonomous car in the era of the 4th industrial revolution. In this article, many foreign and domestic reports on the change of future employment were collected and discussed. And the optimistic and pessimistic prospects on employment in worldwide and domestic levels were listed and analysed.

Keywords : 4th Industrial revolution, automation, artificial intelligence, robot, future employment

4차 산업혁명과 자기학(2) - 4차 산업혁명과 미래고용 전망 -

김희중*

한국과학기술연구원 스핀융합센터, 서울시 성북구 화랑로 14길 5, 02792

(2017년 8월 8일 받음, 2017년 8월 17일 최종수정본 받음, 2017년 8월 18일 게재확정)

4차 산업혁명시대에 많은 사람들에게 가장 우려스러운 점은 인공지능에 의한 자동화 및 로봇, 드론, 무인지동차 등 무인화 기술제품에 의한 노동력의 대체 등으로 인해 사람들의 일자리가 크게 줄어들 수 있다는 것이다. 본고에서는 4차 산업혁명이 수반하는 가장 큰 경제 사회적 임팩트인 미래고용의 변화에 대해 조사한 외국 및 국내 자료들을 우선 정리하였다. 그리고 범세계적인 차원에서 정성적 또는 정량적으로 조사한 고용전망 자료들을 정리하여 비판적 및 낙관적 전망으로 나누어 검토하였다. 또한 우리나라의 고용에 관련된 변화 요인들과 미래의 고용전망에 관한 자료들도 조사 분석하였다.

주제어 : 4차 산업혁명, 자동화, 인공지능, 로봇, 미래고용

I. 서 론

2016년 초에 다보스포럼(WEF)은 보고서를 통해 인공지능과 다른 하드웨어와의 융합, 실제와 가상 세계를 융합하여 세상을 크게 변화시킬 4차 산업혁명에 의해 현존하는 많은 직업들이 없어지게 된다는 비관적인 전망을 내보여 많은 사람들을 놀라게 하였다[1]. 그들의 주장은 2020년까지 단기적으로 볼 때 4차 산업혁명에 의해 새로 창출되는 직업의 수가 사라지는 직업의 1/3 이하이기 때문에 우리 사회는 범세계적으로 대량실업에 직면하게 된다는 매우 비관적인 것이었다. 이 보고서의 비관적 일자리에 관한 전망은 그 이전의 여러

기관에서 발표한 미래직업의 어두운 전망들과 함께 우리 사회에 암울한 메시지를 던져주었다.

반면 2016년 하반기 OECD에서는 다보스포럼의 거시적인 직업 전망보다 미시적인 직무분석을 통해 체계적인 연구를 한 결과, 4차 산업혁명에 따른 실제 일자리는 다보스포럼의 직업 전망보다 훨씬 적은 규모로 직업 감소가 일어날 것이라는 낙관적인 보고서를 발표하였다[2]. 미래 일자리에 관한 정량적인 수치에는 이견들이 있지만 많은 전문가들은 창출되는 일자리보다 없어지는 일자리가 많을 것이라는 것과 국가간, 기업간, 전문분야간에 양극화현상이 더욱 심해질 것이라는 데는 공통적으로 일치된 견해를 보이고 있다.

본고에서는 국내외적으로 다양한 직업 전망 자료들을 조사 분석하여 4차 산업혁명이 수반하는 가장 큰 사회적 임팩트인 미래고용 변화에 대해 살펴보고자 한다.

© The Korean Magnetics Society. All rights reserved.

*Corresponding author: Tel: +82-2-958-5413,

Fax: +82-2-958-6851, e-mail: hijkim@kist.re.kr

II. 세계의 미래고용 전망

1. 개요

4차 산업혁명에 따른 기술 및 산업 변화는 고용구조에 매우 큰 영향을 미칠 것이다[3]. 인공지능 로봇과 같은 노동대체기술이 개발되고 컴퓨터 연산능력이 비약적으로 향상되면 단순 반복적인 사무 행정직 및 저숙련 업무의 고용률은 크게 감소될 것으로 전망된다. 반면에 4차 산업혁명에 관련된 기술군 및 산업분야에서 새로운 일자리가 등장하고, 고숙련 노동자에 대한 수요가 증가할 것이다.

4차 산업혁명으로 인한 고용구조 변화는 고용인력의 직무역량에 직접적인 영향을 미칠 것이므로 컴퓨터/IT 및 STEM 분야의 지식과 더불어 복합문제 해결능력과 변화에 유연하게 대처하는 소프트스킬(Soft Skill) 등의 직무역량이 필요할 것이다. 그렇지만 기술, 기계로 인해 노동력이 대체되더라도 창의성 및 혁신성 등 인간의 주요 능력 및 영역은 자동화되지 않을 것으로 전망된다.

그동안 발표된 미래 일자리 자료들에 나타난 주요 트렌드를 정리해 보면 다음의 여섯 가지로 요약될 수 있을 것이다 [4].

- 정형화된(매뉴얼로 작성가능한) 업무의 자동화
- 문제해결 능력 및 기술을 갖춘 근로자 선호
- 근로시간 및 장소의 제약 감소
- 단기 프로젝트형 일자리 증가
- 네트워크 기반의 업무 수행 증가
- 근로자간의 글로벌 경쟁

이 여섯 가지 트렌드를 일자리의 증감과 관련시켜 검토해 보자. 인공지능이나 로봇 등에 의해 발생하는 정형화된 업무의 자동화는 일자리를 대폭 감소시킬 것으로 전망된다. 반면 근로시간 및 장소의 제약이 감소되면 단시간 근무, 재택 근무 등으로 일자리가 약간 증가될 것으로 예상된다. 근로자간의 글로벌 경쟁은 일자리의 수와 별 관계가 없을 것이다.

다른 세 트렌드는 일자리를 증가시킬 수 있지만 감소시킬 수도 있다. 문제해결 능력 및 기술을 갖춘 근로자에게는 분명 일자리가 늘어날 것이지만 그런 능력이 없는 현 근로자는 퇴출당할 가능성이 높아질 것이다. 네트워크기반의 업무 수행이 증가하면 그 능력을 지닌 근로자의 일자리는 늘어나지만 이에 대체되는 일자리는 감소될 것이다. 단기 프로젝트형 일자리는 향후 증가될 전망이지만 이로 인해 장기 근무를 할 수 있는 일자리는 감소될 것이기 때문에 경우에 따라 일자리가 증가, 또는 감소할 수 있을 것이다.

결국 4차 산업혁명시대의 일자리 변화는 정형화된 일자리의 대폭적인 감소를 다른 요인들이 상쇄할 수 있느냐에 따라 증감이 결정될 것이다.

2. 비관적 전망

최근 직업과 고용에 관한 연구를 하는 많은 학자들은 앞으로 일자리의 증가보다 감소가 커서 고용률이 지속적으로 감소될 것이라는 비관적 전망을 하고 있다.

그 중 대표적인 사례로서 미국 워싱턴 소재의 UN 후원을 받는 글로벌 미래연구그룹인 밀레니엄 프로젝트(The Millennium Project)가 2020년부터 2050년까지의 세계차원의 실업률을 10년 단위로 예측한 전망을 <Table I>에 제시하였다[5]. 이 예측자료를 보면 2017년 약 10%로 추정되는 실업률이 2020년 11%, 2030년 16%, 2040년 20%, 2050년 24%로 10년에 4-5%씩 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있다. 그 프로젝트에서 이렇게 실업률의 지속적 감소를 예상한 이유는 현재 진행되고 있는, 소위 4차 산업혁명의 주류를 이루고 있는 기술들이 2050년까지 현재의 일자리를 큰 폭으로 대체할 것으로 예상하였기 때문이다.

<Table II>에 밀레니엄 프로젝트에서 2050년까지 현재의 일자리를 대체하는 기술들로 제시한 10가지 기술들과 그 영향력을 나타내었다. 영향력이 높을수록 현 일자리를 대체하는 숫자가 크고 고용률의 감소가 크다고 생각할 수 있다. 이 표에 나타난 일자리 대체기술은 이미 4차 산업혁명을 견인하는 주요기술로서 우리가 익히 알고 있는 로봇, 인공지능, 3D 프린팅, 드론, 나노기술, 합성생물학 등이다. 로봇이 영향력 7.51로 가장 크고, 인공지능이 6.81로 세번째이며, 3D 및 4D 프린팅 6.14, 드론 5.35, 나노기술 5.19, 합성생물학 4.66의 순이다. 이 표로부터 미래 일자리에 큰 영향력을 지닌 로봇과 인공지능이 합체되어 시너지를 발휘한다면 앞으로 많은 일자리가 사라질 가능성이 있음을 유추할 수 있다.

Table I. Average forecast of an unemployment rate during 2020~2050 [5].

연 도	2020	2030	2040	2050
단위 실업률	11 %	16 %	20 %	24 %

Table II. Technologies replacing the present jobs until 2050 [5].

일자리 대체기술	영향력
로봇	7.51
오늘날 알려지지 않은 기술들이 서로 만들어낼 집약과 시너지	6.92
인공지능	6.81
인공일반지능	6.47
재교육을 해도 따라갈 수 없는 기술변화의 가속화	6.43
3D 및 4D 프린팅	6.14
다른 요소들	5.54
드론	5.35
나노기술	5.19
합성생물학	4.66

Table III. Estimation of the enlargement and reduction of employment between 2015~2020 [1].

(단위 : 천명)

순고용 감소	사무, 행정	제조, 생산	건설, 채굴	디자인, 스포츠, 미디어	법률	시설, 정비
	4,759	1,609	497	151	109	40
순고용 증가	비즈니스, 금융	경영	컴퓨터, 수학	건축, 엔지니어링	영업, 관리직	교육, 훈련
	492	416	405	339	303	66

Table IV. Disruptive technologies and 100 typical jobs to be disappeared until 2030 [7].

파괴적 기술	소멸되는 직업
자율주행차	택시기사, 버스 및 트럭기사, 우편배달부, 교통경찰, 판사, 변호사, 주차장 직원, 대리운전기사, 세차장 직원
드론(무인비행기)	택배기사, 음식 및 피자배달, 우편배달, 해충구제 서비스, 토지현장 측량사, 지질학자, 긴급구조요원, 비상구조대원, 소방관, 경비원
3D 프린터	보석과 신발 등 산업디자이너, 건축 건설 자동차 우주항공 노동자, 치과 및 의료산업 노동자, 토목공학자, 기계기술자, 물류창고 직원
3D 빌딩 프린터	목수 등 건설노동자, 홈-리모델링 노동자, 도시계획가, 주택보험사, 부동산 전문가, 부동산 중개사
빅 데이터	기자, 저자 및 소설가, 군사기획관, 양호전문가, 다이어트 전문가, 영양사, 방사선과 의사, 회계사, 경리, 변호사, 법률 사무소 직원
인공지능	이벤트 기획사, 피트니스 트레이너, 통번역 전문가, 교사, 고객센터 서비스 전문가
로봇기술	소매점 직원, 계산대 점원, 외과의사, 약사, 수의사, 경비원, 미화원, 해충구제 및 산림관리자

지금 우리가 알고 있는 기술들 이외에 표에서 두 번째 영향력으로 제시한 오늘날 알려지지 않은 기술들이 서로 만들어낼 집약과 시너지를 가진 파괴적 새 기술이 나타난다면 일자리의 감소를 가속화시킬 수도 있다. 한편 재교육을 해도 따라갈 수 없는 기술변화의 가속화 측면도 향후 일자리의 감소를 가속화할 가능성이 있으므로 염두에 두어야 한다.

2016년 1월 다보스 46차 세계경제포럼(WEF)에서 발표된 ‘일자리의 미래(The Future of Jobs)’ 보고서는 전세계적 차원의 미래 일자리에 대해 매우 비관적 전망을 제시함으로써 세계를 놀라게 하였다.

<Table III>에 WEF 보고서의 고용에 관한 증감 예측을 나타내었다[1]. 이 표를 보면 2020년까지 총 710만개의 일자리가 줄고, 200만개의 일자리만 창출되어 총 510만개의 일자리가 감소될 것으로 추정하였다. 사무/행정직이 약 476만개로 일자리의 감소가 가장 많고, 제조/생산 약 161만개, 건설/채굴 약 50만개, 디자인/스포츠/미디어가 약 15만개, 법률 약 11만개 등의 순서로 감소가 심할 것으로 예상하였다. 일자리가 증가할 분야는 비즈니스/금융분야가 약 49만개로 가장 많고, 경영 약 42만개, 컴퓨터/수학 약 41만개, 건축 엔지니어링 약 34만개, 영업 관리직이 약 30만개 등으로 예상하였다. 이 보고서에서는 2016년 초등학교 입학생의 약 65%는 현재 존재하지 않는 새로운 직업에서 일하게 될 것으로 전망하였다.

맥킨지 연구는 2039년에 신기술로 인해 20억개의 일자리가 없어질 가능성이 있다는 예상을 내놓았으며, 영국 옥스퍼드 대학의 오스본 등은 ‘고용의 미래’란 2013년의 보고서에서 인

공지능 등의 기술 발달에 의해 현재 존재하는 직업의 47%가 사라질 위험에 처해 있다고 보았다[6].

미래학자 토머스 프레이는 최근 급신장하는 파괴적기술들이 2030년까지 소멸시킬 백 가지 직업들을 분석하였다[7]. 그 결과를 <Table IV>에 제시하였는데 이 표를 보면 자율주행차와 드론에 의해 여러 운전에 관련된 직업들이 소멸될 것이며, 두 3D 프린터에 의해 건축 토목, 건설, 주택, 도시계획, 부동산, 보험 등에 관련된 직업들이 위험해질 것이라고 예상되고 있다. 빅데이터, 인공지능, 로봇이 직업 소멸에 미칠 영향은 많은 매체들에서 다루어지고 있고, 정보검색을 하면 많은 자료들을 얻을 수 있으므로 여기에서는 생략한다. 프레이는 2030년까지 전세계 일자리 40억개 중 절반인 20억개가 사라질 것이라는 비관적 전망을 제시하였다.

미국 노동부에서는 10년 후에 뜨는 직업과 소멸되는 직업을 알려주어 인력 불균형을 해결하고, 구직자들이 자신이 원하는 미래 일자리를 쉽게 찾아볼 수 있도록 ‘커리어원스톱’이란 웹 사이트(www.careeronestop.org)를 운영하고 있다. 여기에서는 산업별로 가장 빠르게 성장하는 직업 100개, 고용자 수가 줄어드는 직업 100개를 제시하고 있다.

<Table V>에는 커리어원스톱에서 발표한 고용자 감소직업 순위 25개, 증가직업 순위 25개를 선택하여 제시하였다[8]. 고용자의 감소직업은 의류제조(-58%), 보석 및 은제품 제조(-42%)로부터 신문발행(-31%), 컴퓨터 및 주변장치 제조(-25%), 자기 및 광학매체 제조(-18%) 등의 순으로 제시되어 있다.

Table V. Ranking of jobs decreasing or increasing the number of employment [8].

고용자 감소 직업 순위			고용자 증가 직업 순위		
순위	직업분야	감소율(%)	순위	직업분야	증가율(%)
1	의류 제조	-58	1	노인 및 장애인도우미	68
2	보석 및 은제품 제조	-42	2	홈 헬스케어 서비스	60
3	가족 관련제품 제조	-37	3	건강관련 전문사무소	59
4	신문 발행	-31	4	사립 전문병원	56
5	종이제품 도매상	-29	5	언어청각 치료사	53
6	통신장비 제조	-28	6	석공 하청업자	50
7	우편 서비스	-28	7	주택 건축업자	48
8	원유 수송관로	-25	8	운송업	44
9	컴퓨터/주변장치 제조	-25	9	음류 및 주류 도매업자	42
10	스프링 및 전선 제조	-25	10	경영/과학기술 컨설팅	41
11	기타 수송관로 운송업	-22	11	폐기물 수집업자	39
12	직물 제조	-22	12	컴퓨터시스템 설계	38
13	하드웨어 제조	-22	13	구급 서비스	36
14	꽃가게	-22	14	보행건강 돌보미	36
15	직물제품 제조	-22	15	의료용 진단연구소	36
16	유리 및 유리제품 제조	-20	16	정신건강 외래진료센터	36
17	설탕 및 당과자류 제조	-20	17	콘크리트 제품 제조	35
18	석회 및 석고제품 제조	-20	18	재무 투자	35
19	펄프, 종이, 판지 제조	-20	19	시설교육 지원서비스	35
20	여행업	-19	20	행정지원 서비스	34
21	농업화학제품 제조	-19	21	노인요양시설	34
22	정신병원(공립)	-18	22	도로운송 지원활동	33
23	자기 및 광학매체 제조	-18	23	전문거래 취급업체	33
24	자동판매기 운용	-18	24	레미콘 및 건축시설	32
25	서적/간행물 출판	-18	25	전력 및 통신선로 설치	31

3. 낙관적 전망

4차 산업혁명으로 인해 위협해지거나 소멸되는 직업들이 많을 것이지만 새로운 기술 등장 및 보급으로 인해 새로운 일자리도 많이 창출될 것이 분명하다.

앞에 기술한 <Table V>의 오른쪽을 보면 25개의 고용자 증가직업이 제시되어 있다. 노인 및 장애인 도우미(68%), 홈 헬스케어 서비스(60%), 건강관련 전문사무소(59%) 등 상위 직업들은 모두 건강관련 직업들이다. 미래에는 장수무병을 추구하는 직업이 각광받을 전망이 분명하다. 경영 및 과학기술 컨설팅(41%), 컴퓨터 시스템 설계(38%) 등도 미래에 유망한 직업으로 여겨진다.

2013년에 오스본과 프레이가 발표한 직업(Job)을 기준으로 한 충격적인 분석을 OECD가 직무(task)를 기준으로 다시 분석한 결과를 2016년에 발표하였다[2]. OECD는 직무 기준으로 분석한 후 직업으로 재구성하면 자동화로 대체될 확률이 70%를 넘는 직업은 9%에 불과하므로 오스본 등의 분석은 과대추정을 한 오류를 범하였다고 주장하였다. 예를 들어 소매판매원은 직업기준으로 보면 자동화로 대체될 위험도가 92%나 되지만 직무기준으로 대면업무 등 컴퓨터가 대체하기 어려운 작업을 하는 소매판매원이 96%나 되므로 실제 컴퓨터로 대체 가능한 인력은 4%에 불과하다고 하였다.

다음에는 상기의 OECD와 비슷한 결론에 도달한 일본 니혼게이지이신문과 영국 파이낸셜 타임즈의 보도(2017년 4월 23일자)를 소개한다. 두 기관은 2017년 1월 맥킨지 글로벌연구소가 미국 노동국 직업분류표의 820가지 직업이 수행하는 업무 2069가지를 세분한 결과를 사용하여 직업별로 로봇이 대신하게 될 업무비율을 계산하였다. 대표적 분석결과를 보면 요리사(73%), 카페점원(72%), 계산원(65%), 건설감독(50%), 비서(44%), 의사와 약사(29%), 변호사(29%), 기자와 법조인(22%), 교사(20%), 연예인(17%), 상담사(11%), 성직자(0%) 등이었다. 이들은 전체 업무 중 최소 1/3 이상을 로봇이 대체하는 직업이 60% 정도이며, 한 직업에서도 의사결정 및 기획 등 로봇에게 맡길 수 없는 업무가 존재하므로 로봇비중이 늘어난다고 인간 일자리가 바로 완전히 사라지지는 않는다고 하였다. 또한 이들은 현대사회에서 인간이 수행하는 2069가지 업무 중 34%인 710가지는 향후 50년 내에 로봇이 대신할 수 있을 것으로 보았다. 그렇다면 맥킨지는 로봇이 인간을 완전히 대체할 수 있는 직업은 불과 약 5%로 예상하였다.

이상에 언급한 OECD의 분석 및 맥킨지와 니혼게이지이신문의 공동분석을 정리해 보면 직무면을 고려할 때 로봇이 인간의 직업을 완전히 대체할 수 있는 비율은 30년 후에도 10% 이내라고 할 수 있다. 그렇지만 일자리의 숫자는 이보

Table VI. Future jobs setting up by some innovative technologies [9].

미래혁신기술	미래 직업	미래혁신기술	미래 직업
소프트웨어 및 데이터	데이터 폐기물 관리자 데이터 인터페이스 전문가 컴퓨터 개성 디자이너 데이터 인질 전문가 개인정보보호 관리자	드론	드론 조정인증 전문가 드론 표준 전문가 드론 분류 전문가 드론 설계 및 엔지니어 환경오염 최소화 전문가 악영향 최소화 전문가 자동화 엔지니어
3D 프린터	3D 프린터소재 전문가 3D 프린터 잉크 개발자 3D 프린터 패션 디자이너 3D 음식 프린터 요리사 3D 비주얼 상상가 3D 프린터 비용산정가 3D 프린터 장기 에이전트	무인자동차	무인 시승체험 디자이너 무인 운영시스템 엔지니어 교통수요 전문가 무인자동차 사고전문 변호사 응급상황 처리요원 자도교통 전문가 및 엔지니어 충격 최소화 전문가

Table VII. 54 Future jobs selected by the UN future report [10].

분야	미래 직업
IT 및 로봇분야	증강현실 전문가, 인공지능 전문가, 홀로그래피 전문가, 양자컴퓨터 전문가, 무인자동차 엔지니어, 로봇기술자, 정보보호 전문가, 군사로봇 전문가
금융 및 기업분야	브레인 킷, 대안화폐 전문가, 매너 컨설턴트, 금융기술 전문가, 인재관리자, 오피스 프로듀서, 개인 브랜드 매니저, 글로벌 자원관리자, 인도 전문가, 최고경영 관리자(CXO), 창업투자 전문가
의료/복지분야	복제 전문가, 생체로봇 외과의사, 기억수술 외과의사, 장기취급 전문가, 유전자 상담사, 치매 치료사, 임종설계사, 두뇌 시뮬레이션 전문가
환경 및 에너지분야	날씨 조절 관리자, 우주 관리인, 에너지 수확 전문가, 4세대 핵발전 전문가, 중복원 전문가, 극초음속비행기 기술자, 환경병 컨설턴트, 미세조류 전문가, 탄소배출권 거래중개인, 탄소배출 점검 전문가, 수소연료전지 전문가
문화/예술 분야	나노섬유 의류전문가, 미래 예술가, 디지털 고고학자, 캐릭터 MD, 내로 캐스터(Narrow caster), 특수효과 전문가
생활 및 여가분야	미래 가이드, 건강관리 전문가, 배양육 전문가, 결혼 및 동거강화 전문가, 아바타 관계 관리자, 식품품 구매대행, 단순화 컨설턴트, 우주여행 가이드, 익스트림 스포츠 가이드, 세계유리 관리자

다 훨씬 크게 감소할 것이라는 비관적인 전망은 아직도 남아 있는 것이다.

이제부터는 4차 산업혁명의 핵심기술들이 창출할 미래직업들에 관해서 살펴보기로 한다. 미래학자 토머스 프레이는 2015년 미래직업 강연에서 주요 혁신기술들에 의해 새로 등장할 미래직업들을 소개하였다[9]. <Table VI>에 소프트웨어 및 데이터, 드론, 3D 프린터, 무인자동차 등 네 미래혁신기술들에 의해 나타날 미래직업들을 나타내었다. 소프트웨어 및 데이터분야에는 데이터 폐기물관리자, 데이터 인터페이스 전문가, 개인정보보호 관리자 등이, 드론분야에는 드론 조정인증 전문가, 드론 설계 및 엔지니어, 자동화 엔지니어 등이 등장할 것이다. 3D 프린터분야에는 3D 프린터에 관련된 소재, 잉크, 패션 디자이너 등이 등장할 것이며, 무인자동차분야에는 시승체험 디자이너, 교통수요 전문가, 충격 최소화 전문가 등 현재는 없는 직업들이 다수 등장할 것으로 전망된다.

유엔 미래보고서는 6개 미래유망분야에서 54개 미래직업을 선정하였으며 그 내용을 <Table VII>에 정리하였다[10]. 이

표에 열거된 미래직업들을 살펴보면 아직 표준직업으로 분류되지 않은 새 직업들과 등장하였지만 초기단계의 직업들이 대부분을 차지하고 있음을 알 수가 있다. 이 표로부터 자기학과 관련된 미래직업은 IT 및 로봇분야에 주로 있다는 것을 유추할 수 있으며 인공지능, 양자컴퓨터, 무인자동차, 로봇 등에서 하드웨어를 담당하는 일을 할 수 있을 것으로 생각된다.

매일경제신문은 델로이트 컨설팅(Deloitte Consulting)과 공동으로 작업하여 2017년 7월에 4차 산업혁명시대에 미래경제를 이끌 6대 플랫폼으로 인간, 가정, 도시, 공장, 이동성, 첨단소재기술을 선정하고, 각 플랫폼에서 10개씩 60개의 미래직업을 선정하였으며, 그 선정결과를 <Table VIII>에 나타내었다[11].

인간분야에서는 생체로봇 외과의사, 원격진료 코디네이터와 같은 새로운 의료인이 등장하여 의료사고를 줄이고 의료 접근성은 높이는 보건혁명을 일으킬 것으로 기대된다. 대표적 1차 산업으로 신석기시대부터 이어져온 농업분야에서도 역설적으로 많은 신산업이 생겨날 전망이다. 땅을 일구는 대신 빅

데이터를 활용해 스마트팜(Smart Farm)을 구축하는 농부, 유전학 발달에 따라 전혀 새로운 작물을 재배하는 유전자공학 작물재배자 등이 등장할 것이다. 교육분야에서도 가상현실을 교육하는 전문가가 생기고, 기존 학교의 물리적 한계를 넘어선 스마트스쿨이 등장해서 이와 관련한 새로운 교육직군도 탄생할 것으로 예상된다.

가정에서는 실내온도 조절, 화재경보 등은 물론이고 미세먼지, 악취, 해충 등 다양한 상황을 감지하고 조절할 수 있게 도와주는 스마트센서 개발자와 사물인터넷 전문가가 4차 산업혁명시대 가정내의 인프라를 만들어줄 것이다. 가전기기의 통합과 소형화를 이끌 마이크로시스템 엔지니어, 전력소비 효율화는 물론 태양광 등 소규모 발전으로 수익을 가져다 줄 스마트그리드 엔지니어, 집안 환경을 관리하는 가정예코 컨설턴트도 미래에 등장할 것이다.

인간 삶의 주무대가 될 도시에도 여러 새로운 직업이 등장할 것이다. 치안, 방재 등의 분야에서 기존에는 없던 유형의 범죄와 재난에 대응할 수 있는 스마트 재난대응 전문가, 범죄예방환경 전문가, 환경복원 전문가 등이 출현할 것이다. 또 사람 대신 고도화된 알고리즘으로 금융투자를 대행하는 로봇 어드바이저 전문가, 소유에서 공유로 소비 패러다임을 바꾸어 줄 공유경제 컨설턴트 직업도 새로 나타날 것이다.

1차 산업혁명이 일어났던 공장에서는 인공지능의 지속적 발전으로 고도화된 기계와 인간을 이어주는 기계 언어학자, 인터페이스 컨트롤러를 비롯하여 융복합 컨설턴트, 양자 컴퓨팅 전문가 등 기존 정보기술을 뛰어넘는 직업들이 만들어질 것이다. 또 직접 공구를 들지 않아도 되는 착용로봇 개발자, 디지털 목수 등이 등장할 것이고, 폭발적으로 늘어난 전력 수요에 대응할 수 있는 4세대 핵발전 전문가도 나타날 것으로 예상된다. 교통(Transport)은 4차 산업혁명을 계기로 이동성(Mobility) 개념으로 진화할 것이다. 농경시대부터 이동수단을 상징했던 바퀴는 장차 날개, 자석 등 새로운 형태로 대체될 가능성이 높다. 무인자동차가 완성단계에 접어들면서 기존 자동차 기술자들이 무인자동차 엔지니어로 전환하고, 무인자동차 관련사고의 책임소재를 가리는 자율주행차 사고전문가도 탄생할 것이다.

최근 세계 여러 항공사와 해운사들은 항공기나 선박에 바이오연료를 사용하는 방안을 연구하고 있다. 머지않은 미래에는 석탄, 석유와 같은 화석연료를 바이오연료로 대체하는 바이오연료 개발자가 주요 직업으로 등장할 것이다. 그리고 석유화학 기반의 소재에서 벗어나게 해 줄 친환경소재 개발자도 미래 우리의 삶을 바꾸어 줄 것으로 예상된다.

이 표에서 열거한 직업들은 과거 우리 직업의 양대 산맥이었던 블루칼라와 화이트칼라를 넘어서는 뉴 칼라(New Collar)의 직업군이다. 뉴 칼라 직업의 특징은 빠른 기술개발

속도에 부응하는 첨단 연구개발 능력을 필요로 하거나, 반대로 풍부한 인간적 감성을 요구한다는 것이다. 이 시대에 우리에게 대두된 최대의 과제는 인공지능과 로봇 등 4차 산업혁명의 주도세력에 의해 대폭 소멸할 블루칼라와 화이트칼라를 대체할 수 있는 뉴 칼라의 직업들을 많이 만들고 이들을 키워 나가는 것이라 할 수 있다.

<Table VIII>에서 우리는 자기학을 기초로 산업에 응용하는 자성재료, 자기 소자 및 부품, 자기 시스템은 여섯 가지 플랫폼의 거의 모든 분야에 핵심적인 기반으로 역할 할 수 있으며, 비중의 차이는 분명히 있겠지만 매우 다양하게 활용될 수 있음을 유추할 수 있을 것이다.

GE는 2016년 보고서에서 인공지능, 3D 프린팅, 빅데이터 및 산업로봇 등으로 인해 200만개의 새로운 일자리가 창출되며, 그 중 65%인 130만개는 신생직업이 될 것으로 예상하였다[12]. 맥킨지는 2012년에 전문지식을 보유하고 있거나 기계가 대체할 수 없는 고숙련 노동자는 2030년까지 전체 고숙련 노동자의 13%인 380만~400만명 정도일 것으로 예상하였다[13]. 2015년에 발표된 맥킨지 보고서에서는 기계 및 기술로 인해 노동력이 대체되더라도 창의성 및 혁신성 등 인간의 주요 능력 및 영역은 자동화되지 않을 것으로 전망하였다.[14] 이 보고서에서는 미국의 800개 직업 중 단지 5%만이 자동화기술로 대체되고, 800개 직업 내 2,000개 업무활동 중 45%만이 자동화될 것으로 분석하였다. 또한 인간이 하는 업무 중 창의력을 요구하는 업무(전체 업무의 4%) 및 감정을 인지하는 업무(전체 업무의 29%)는 자동화되기 어려울 것으로 분석하였다.

과거 1~3차 산업혁명 시대를 회고해 보면 그 당시에도 혁신적 기술발전이 따른 대량실업 우려가 늘 존재했지만 실제로는 일자리가 더 늘어났다는 것을 우리는 알고 있다.

<Table VIII>에서 알 수 있듯이 무려 네 플랫폼에서 미래 직업에 등장하는 로봇은 4차 산업혁명의 주도적 혁신적 기술 제품이다. 과거 3차 산업혁명시대처럼 로봇의 등장으로 우리 생활 속에서 편리함은 높아졌지만 일자리는 대폭 감소할 것으로 많은 사람들이 우려하고 있다. 영국의 컨설팅업체 메트라 마텍은 2011년 로봇의 발전으로 인해 사라지는 일자리보다 새로 생기는 일자리가 더 많다는 낙관적 연구결과를 발표하였다[11]. 로봇 등장으로 창출되는 일자리 숫자는 자동화 분야 160만, 전기 및 전자분야 128만, 로봇산업 자체 35.2만, 화학 및 제약분야 17만, 식음료분야 11만, 파운드리 4.2만 개 등 총 355만개에 달할 것으로 예측하였다.

이런 낙관적 배경에는 자동화와 기계화로 일자리가 줄어드는 직업군이 있겠지만 사회 전체적으로 보면 늘어난 부와 시간이 새로운 수요를 만들고 새로운 직업을 창출하기 때문이라는 과거로부터의 교훈이 있는 것이다.

Table VIII. 6 Major platforms and future jobs of 4th industrial revolution [11].

플랫폼	미래 신산업 및 미래직업	
인 간	신산업	차세대 바이오, 새로운 식량, 미래형 섬유/폐선, 스마트교육
	미래직업	생체로봇 외과의사, 원격진료 코디네이터, 장기취급 전문가, 스마트팜 구축자, 정밀농업 엔지니어, 유전자공학 작물재배자, 스마트식품 안전관리사, 의류 신발 3D프린팅 전문가, 가상현실 교육 전문가, 스마트스쿨 사업자
가 정	신산업	지능형 전자, 미래형 유통/물류, 실감형 콘텐츠
	미래직업	스마트센서 개발자, 사물공간 스캐너, 인식 알고리즘 전문가, 사물인터넷 전문가, 마이크로시스템 엔지니어, VR/AR 전문가, 스마트그리드 엔지니어, 가정एको 컨설턴트, 빅데이터 큐레이터, 가상현실 쇼핑/투어 사업자
도 시	신산업	스마트 시티, 스마트 행정/법률, 스마트 금융, 생활안전
	미래직업	공유경제 컨설턴트, 오피스 프로듀서, 환경복원 전문가, 민간조사원, 로봇어드바이저 전문가, 지능형 범죄정보 분석가, 블록체인 전문가, 스마트 재난대응 전문가, 범죄예방환경 전문가, 디지털 세탁인
공 장	신산업	스마트 기계, 스마트 엔지니어링, 첨단 에너지
	미래직업	착용로봇개발자, 기계 언어학자, 인터페이스 컨트롤러, 디지털 목수, 제조공학기술자, 양자컴퓨터 전문가, 로봇 상담가, 융/복합 컨설턴트, 4세대 핵발전 전문가, 양자 컴퓨팅 전문가
이동성	신산업	미래형 자동차, 미래형 선박, 첨단 비행
	미래직업	무인자동차 엔지니어, 자율주행차 사고보상 전문가, 크루즈 승무원, 해상운송 분석가, 예측수리 엔지니어, 드론 운항관리사, 드론 교통관제사, 드론 표준/인증 전문가, 극초음속 비행기 기술자, 우주선 조종사
첨단소재/기술	신산업	지능형 반도체, 차세대 디스플레이, 신철강, 신석유화학, 첨단 S/W
	미래직업	인공지능 전문가, 지능형반도체 개발자, 로봇 트레이너, 바이오연료 엔지니어, 마이크로 디스플레이 전문가, 투명 디스플레이 기술자, 친환경소재 전문가, 스마트 스토리지 전문가, 클라우드시스템 전문가, 인공지능 번역기 개발자

III. 한국의 미래고용 전망

우리나라는 세계의 어느 나라보다도 4차 산업혁명의 영향을 크게 받을 가능성이 높다. 그 이유는 현재 우리나라의 주력산업인 자동차, 조선, 철강, 반도체, 휴대폰, 석유화학 등의 주요 제조업들이 스마트화, 무인화, 환경 친화, 에너지 절약 등을 추구하는 4차 산업혁명의 주요 변화 및 혁신 대상이기 때문이다. 또한 미국, 유럽, 일본 등의 기술선진국들 및 중국 등 후발국들이 우리나라의 산업 주도권을 빼앗기 위해 무척 전략적 집중을 하고 있는 분야이기 때문이다.

한국은 4차 산업혁명시대에 주도자로 자리매김할 수 있는 기회가 있다. 그 이유는 한국은 4차 산업혁명에 대한 관심이 정부 고위층부터 민간기업에 이르기까지 무척 높고, 정보통신

에 관련된 하드웨어 인프라가 잘 갖추어져 있으며, 신기술을 받아들이고 흡수하는 능력이 우수하기 때문이다. 반면에 심한 규제, 경직된 노사관계, 과도한 이념 갈등, 빈부 격차, 비정규직 문제 등은 4차 산업혁명에서 선두를 차지하는 길에 장애물이 될 것이다. 따라서 우리나라의 미래 일자리는 우리가 4차 산업혁명시대에 어떻게 현명하게 잘 대응하느냐에 따라 무척 진폭이 크게 될 것이다.

1. 국내 고용변화 요인

2017년에 우리나라 고용노동부와 한국고용정보원이 발행한 보고서에 의하면 2025년까지 10가지 미래직업 변화 트렌드가 일자리의 증가 및 감소를 가져올 수 있다고 예상하였다 [15]. <Table IX>에는 2025년까지의 10대 직업변화 트렌드를

Table IX. 10 Trends of job change until 2025 [15].

	변화 동인		
	인구/경제사회	복합적 동인	기술진보
증가	- 안전과 치안, 보안 관련 직종 고용증가 - 개인서비스 및 반려동물 관련직종 고용증가, 전문화	- 미용, 건강관련 직종 고용증가 및 전문화 - 창조산업 관련직종 고용증가	- 엔지니어 및 전문직 고용증가 및 전문화 - 환경, 신재생에너지 관련직종 고용증가
일자리 증 감	- 저출산, 고령화에 따른 직업구조 변화 - 3D직종 근로자의 고령화, 청년층 취업기피로 인한 인력난 가중	- 온라인 거래 및 교류 방식의 확산에 따른 직업구조 변화	
감소			- 기계화와 자동화에 따른 생산기능직의 고용감소

Table X. Prospect on the impact change of major technology motives in domestic industries [16].(단위 : %)

	현재(2017)	5년 후(2022)
빅데이터	44.3	61.3
사물인터넷	37.5	53.8
컴퓨터 연산능력	44.0	56.7
센싱 및 커뮤니케이션기술	41.6	54.8
인공지능	36.8	56.5
자율주행기술	33.5	50.8
클라우드기술	37.5	51.5
가상현실기술	32.8	49.5
첨단 제조 및 3D 프린팅기술	40.1	58.3
첨단소재 및 바이오기술	42.3	58.4
신에너지기술	41.5	57.1

변화 동인 및 일자리 증감과 연계하여 나타내었다. 10개 트렌드 중 6개 트렌드는 일자리 증가와 관련성이 높고, 3개 트렌드는 직업구조의 변화를 제시하고 있어 일자리의 일방향적 감소보다는 증감이 함께 나타날 수 있음을 의미하고 있다. 그렇지만 기계화와 자동화에 따른 생산기능직의 고용감소 트렌드가 다른 트렌드들에 비해 워낙 일자리를 크게 감소시키므로 양적으로 증가와 감소를 분석해야 일자리의 증감을 정확히 인식할 수 있을 것이다.

2017년 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 국내 300개 제조업 및 과학기술 서비스기업들을 대상으로 국내 산업의 주요 변화 동인에 대해 설문조사하여 보고서를 발표하였다[16]. 이 보고서에서도 빅데이터, 인공지능, 신에너지기술, 첨단 제조 및 3D 프린팅기술 등 앞서 언급한 3차 산업혁명 주도 기술들이 국내 산업의 주요 변화동인으로 영향을 끼칠 것임을 확인시켜 주었다.

<Table X>에는 이 보고서에서 분석한 국내 산업의 주요 기술동인의 영향력 변화전망 결과를 나타내었다. 빅데이터가 현재(44.3%)는 물론 미래에서도 가장 영향력이 높을 것으로 전망되었다. 현재 영향력은 빅데이터 다음으로 컴퓨터 연산능력(44%), 첨단소재 및 바이오기술(42.3%) 순이었고, 5년 후의 영향력은 빅데이터(61.3%)가 가장 크고 두번째가 첨단소재 및 바이오기술(58.4%), 첨단 제조 및 3D 프린팅기술(58.3%), 신에너지기술(57.1%) 순이었다. 인공지능은 현재 36.8%로 하위권 영향력을 나타내지만 5년 후에는 가장 큰 폭으로 증가하여 56.5%가 되어 상위권의 중요성을 가질 것으로 전망되었다.

2. 국내 고용 전망

상기의 2017년 국내 300개 제조업 및 과학기술 서비스기업들을 대상으로 한 KISTEP의 설문조사 보고서에는 미래고용전망에 대한 조사도 포함되었다[16]. 이 보고서에서는 사무종사자의 고용이 -29.8%로 가장 크게 감소하고, 다음으로

관리자(-26%), 단순노무 종사자(-11.3%), 기계 조작 및 조립 종사자(-3.3%), 농림어업 숙련종사자(-1%)의 순서로 고용이 감소할 것으로 전망하였다. 반면에 전문가 및 관련종사자는 26.3%로 가장 크게 고용이 증가하고, 판매종사자(3%), 기능원 및 관련기능 종사자(2%), 서비스 종사자(1.5%)는 약간의 고용증가가 전망된다고 하였다. 이 설문조사결과는 외국의 고용 경향과 대체로 유사하다고 할 수 있다.

우리나라의 경우 4차 산업혁명에 따라 변화하는 고용전망을 정량적으로 분석하기가 매우 어렵다. 그 이유는 4차 산업혁명의 주도 기술 및 산업의 발전속도가 빠르고 혁신적 파괴기술이 새로 등장하면 판 자체가 바뀔 가능성도 높기 때문이다. 또한 여러 기술들이 승자독식 성격을 갖고 있어서 우리가 2, 3등을 한다고 해서 우리나라 산업의 안정이나 고용보장이 되기 어렵기 때문이다. 결국 현재 우리가 어떤 미래 산업 및 기술 대응전략을 수립하고, 어떻게 성공적으로 수행하느냐에 따라 향후 미래의 고용이 큰 폭으로 증감을 하게 될 것으로 예상된다.

최근 매일경제와 델로이트 컨설팅은 4차 산업혁명시대에 한국이 대응을 잘못하면 일자리가 2025년 기준으로 최대 164만개가 감소할 수도 있고, 적응을 잘 한다면 한국의 일자리가 최대 68만개 증가할 것이라는 무척 편차가 심한 전망치를 내놓기도 하였다[17]. 이렇게 약 230만개의 일자리가 변화할 수 있다는 것은 우리나라의 일자리정책 리스크가 상당히 크다는 것을 암시한다.

보스턴컨설팅그룹(BCG)은 2025년까지의 산업용 로봇에 의한 국가별 노동비용 절감효과를 연구하여 발표하였다[18]. 그 결과를 보면 한국이 첨단 산업용 로봇에 의해 총 노동비용의 감소율이 33%로 가장 큰 국가로 전망되었다. 일본(약 26%), 미국(약 23%), 독일(약 20%), 중국(약 18%), 러시아(약 8%), 인도(거의 0%)의 순이었고, 전세계 평균은 약 17%였다.

이 내용은 한국의 생산성 대비 인건비가 상대적으로 가장 높아 로봇이 투입되면 노동비용을 가장 많이 줄일 수 있음을 시사한다. 이 보고서 결과는 앞으로 국내 기업 경영자에게 로봇의 도입을 적극 추진하게 만들어 로봇에 의해 대체될 수 있는 일자리는 감소하고, 반면에 로봇의 생산, 운용에 관련된 새로운 일자리들이 국내에 창출될 가능성을 커지게 할 가능성이 있다.

OECD는 2016년 OECD 국가별로 자동화에 의해 얼마나 직업이 변화되고 소멸될 것이냐 하는 가능성을 조사하여 발표하였으며, 주요 8개국에 대한 결과를 <Table XI>에 정리하였다[19]. 이 표를 보면 한국이 자동화로 인해 사람의 역할이 18.56%로 가장 적게 변화될 것이며, 소멸되는 직업비율도 5.9%로 분석대상 22개국 중 가장 낮은 것으로 전망되고 있다. 이 OECD 결과는 자동화가 되더라도 한국이 세계에서

Table XI. Change and sweep possibility of jobs by automation in OECD countries [19].

	세 계 평 균	체 코	이 태 리	독 일	영 국	미 국	프 랑 스	일 본	한 국
역할 변화될 직업비율(%)	25.48	35.69	34.01	30.98	24.7	24.94	21.03	22.43	18.56
자동화로 인해 소멸 가능성있는 직업비율(%)	8.91	9.95	9.6	12.05	10.1	8.9	8.2	7.09	5.9
전 체	34.39	45.64	43.61	43.03	34.8	33.84	29.23	29.52	24.46

직업변화를 가장 적게 겪을 것임을 시사한다. 따라서 우리나라의 공장이나 사무실, 가정에서 자동화를 두려워말고 적극적으로 시도한다면 세계 어느 나라보다 직업의 소멸이나 변화를 적게 겪고도 성공적으로 생산성을 높이고 편익을 좋게 하는 긍정적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

2016년 정부가 위촉한 미래준비위원회는 ‘일자리의 미래, 사람과 기계가 함께 만드는 더 큰 혁신의 세상’이라는 부제를 달고 한국의 10년 후를 상정한 ‘미래 일자리의 길을 찾다’라는 미래전략 보고서를 발표하였다. 이 보고서에서는 미래 직업의 변화 트렌드를 다음의 네 가지 방향이라고 제시하였다[20].

- 기존직업의 고부가가치화
- 직업의 세분화 및 전문화
- 융합형 직업의 증가
- 과학기술기반의 새로운 직업 탄생

기계가 인간의 업무 영역을 일부 대체함에 따라 기존 직업이 전문화 및 고도화되고, 사회적 수요가 다양해지고 높은 수준의 서비스를 요구함에 따라 직업의 세분화와 전문화가 진행된다고 하였다. 이들 직업의 예로 노년 플래너, 가상현실 레크리에이션 설계자, 기후변화 전문가, 로봇 엔지니어 등을 들었다. 또한 다양한 분야와 지식간 융합으로 융합형 직업과 과학기술을 기반으로 하는 직업들이 새롭게 출현할 것으로 예상하였으며, 그 예로 요리사 농부, 테크니컬 라이터, 홀로그래프 전시기획자, 인공지능기 제조전문가 등을 들었다. 이러한 직업 변화 트렌드를 감안하여 미래인재에게 필요한 3대 미래역량으로 기계와 차별화된 인간 고유의 문제인식 역량, 인간고유의 대안도출 역량, 기계와 협업소통할 수 있는 역량을 제시하였다.

상기한 KISTEP의 보고서[16]에서도 국내의 경우에 현재시점 대비 미래시점에서의 직무역량 변화 정도를 분석하였으며, 그 결과를 <Table XII>에 나타내었다. 현재 시점에서는 업무처리능력이 62.8%로 가장 중요한 직무역량이지만 5년 후 시점에서는 복합문제 해결능력이 67.4%로 가장 중요한 직무역량이 될 것으로 분석되었다. 그 다음으로 업무 처리능력(66.8%), 기술적 능력(65.2%), 사회적 능력(64.4%)의 순이었다. 직무역량의 중요도의 증가폭이 가장 높은 역량으로는 복합문제 해결능력(58.7% → 67.4%)이었고, 다음으로 시스템

Table XII. Change of the importance of job skills in Korean business [16].

	현재(2017)	5년 후(2022)
복합문제 해결능력	58.7	67.4
업무 처리능력	62.8	66.8
사회적 능력	59.7	64.4
시스템 능력	54.9	63.2
자원관리 능력	56.4	61.8
기술적 능력	60.4	65.2
인지 능력	55.8	60.0
콘텐츠 능력	50.6	56.9
신체적 능력	51.5	53.9

능력(54.9% → 63.2%)이 도출되었으며, 이어 콘텐츠 능력(50.6% → 56.9%) 순이었다. 이 분석결과와는 현재는 업무처리능력과 기술적 및 사회적 능력이 상위의 직무능력이지만 미래에는 넓은 시야에서 체계적인 일처리를 할 수 있는 시스템 능력과 창의적이고 혁신적인 콘텐츠를 개발하거나 활용할 수 있는 콘텐츠 능력을 갖춘 사람이 좋은 일자리를 차지할 가능성이 크다는 것을 시사한다.

미래의 고용 확대는 우리나라 뿐만 아니라 세계적 차원에서 매우 심각하면서도 중요한 문제이다. 미래에는 기계와 시스템이 전문가의 동반자 역할을 하며 같이 일할 것이라는 개방적 사고방식을 가질 필요가 있다. 또한 지금 사람이 수행하는 업무의 상당부분을 수행할만큼 우월한 지능시스템이 머지않아 등장한다는 것을 인식하고, 이 시스템을 이용하여 높은 품질 및 성능의 제품 및 서비스를 창출하려는 노력을 경주해야 할 것이다.

References

- [1] ‘The Future of Jobs’, Report of World Economy Forum, Jan. (2016).
- [2] ‘The Risk of Automation for Jobs’, OECD Report (2016).
- [3] B. H. Son, J. H. Kim, and D. H. Choi, ‘The Policy Issues of Science and Technology Innovation for the 4th Industrial Revolution’, KISTEP Issue Paper 2017-04 (2017).
- [4] Maeil Business Newspaper, July 31 (2017).
- [5] Y. S. Park and J. Glen, World Future Report 2050, The Millennium Project, No. 1 (2016).
- [6] M. A. Osborne and C. B. Frey, The Future of Employment -

- How Susceptible are Jobs to Computerisation?, Oxford University (2013).
- [7] Thomas Frey, Disruptive technologies and 100 typical jobs to be disappeared until 2030 (2015).
- [8] www.careeronestop.org.
- [9] Thomas Frey, The Lecture of Future Job (2015).
- [10] UN Future Report, The Millenium Project.
- [11] Maeil Business Newspaper, July 30 (2017).
- [12] 'The Workforce of the Future', General Electrics (GE) Report (2016).
- [13] 'The World at Work; Jobs, Pay and Skills for 3.5 Billion People', Mckinsey&Company Report (2012).
- [14] 'Four Fundamentals of Workplace Automation', Mckinsey&Company Report (2015).
- [15] '2015 Job Forecasting in Korea', Korea Employment Information Service (2017).
- [16] J. H. Kim, 'Prospect on the Topographical Change of Future Employment in Science and Technology Sector', KISTEP (2017).
- [17] Maeil Business Newspaper, April 27 (2017).
- [18] 'The Shifting Economics of Global Manufacturing', Boston Consulting Group (2016).
- [19] 'Automation and Independent Work in a Digital Economy', OECD Report (2016).
- [20] 'Seek the Way for the Future Jobs in Korea after Ten Years', Report by Ministry of Science, ICT and Future Planning, KISTEP and KAIST (2017).