



4차 산업혁명 미래 일자리 전망

김 동 규

김 중 진

김 한 준

최 영 순

최 재 현

KEIS

한국고용정보원
Korea Employment Information Service



MBN



4차 산업혁명 미래 일자리 전망

김 동 규

김 중 진

김 한 준

최 영 순

최 재 현

KEIS

한국고용정보원

Korea Employment Information Service



MBN

제 출 문

제 출 문

(주)매일방송 장승준 대표이사 귀하

본 보고서를 (주)매일방송 수탁연구과제 『4차 산업혁명
미래 일자리 전망』의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 12월

한국고용정보원 원장 이 재 홍

연구진

연구책임자 : 한국고용정보원 김동규

공동연구자 : 한국고용정보원 김중진

한국고용정보원 김한준

한국고용정보원 최영순

연구 조원 : 한국고용정보원 최재현

〔 차 례 〕

요 약	1
제1장 들어가는 말	1
제2장 4차 산업혁명 도래에 따른 노동시장 환경 변화	5
제1절 4차 산업혁명의 개념과 특징	5
1.1. 4차 산업혁명의 개념과 동인	5
1.2. 4차 산업혁명의 특징	10
제2절 4차 산업혁명에 따른 노동이슈	14
2.1. 일자리 문제	14
2.2. 직무 내용과 숙련도의 변화	20
2.3. 신산업 및 신직업의 등장	26
2.4. 일하는 방식의 변화	30
2.5. 고용형태 변화	31
2.6. 일·가정 양립, 경력개발 등 기타 이슈	32
제3장 4차 산업혁명에 대한 국내외 대응 현황	36
제1절 독일	37
제2절 미국	41
제3절 일본	45
제4절 중국	48
제5절 한국	51

제4장 4차 산업혁명 핵심 기술에 따른 직업세계 변화	56
제1절 로봇	56
1.1. 정의 및 의의	56
1.2. 산업 및 정책 동향	58
1.3. 직업세계의 변화	60
제2절 인공지능	61
2.1. 정의 및 의의	61
2.2. 산업 및 정책 동향	62
2.3. 직업세계의 변화	65
제3절 빅데이터	66
3.1. 정의 및 의의	66
3.2. 산업 및 정책 동향	67
3.3. 직업세계의 변화	68
제4절 사물인터넷	70
4.1. 정의 및 의의	70
4.2. 산업 및 정책 동향	71
4.3. 직업세계의 변화	72
제5절 가상현실·증강현실	73
5.1. 정의 및 의의	73
5.2. 산업 및 정책 동향	74
5.3. 직업세계의 변화	77
제6절 자율주행자동차	78
6.1. 정의 및 의의	78
6.2. 산업 및 정책 동향	79
6.3. 직업세계의 변화	80
제7절 3D프린팅	81
7.1. 정의 및 의의	81
7.2. 산업 및 정책 동향	82
7.3. 직업세계의 변화	84

제5장 4차 산업혁명 시대의 새로운 직업과 일자리 86

제1절 새로운 산업과 비즈니스의 등장 86

1.1. 해외 기업 사례 90

1.2. 국내 기업 사례 95

제2절 창의적 일자리 창출을 위한 활동들 100

2.1. 스스로 직업을 만드는 ‘창직(創職)’ 101

2.2. 신직업 103

2.3. 메이커스 운동 105

2.4. 기업 내 창의 활동 지원 108

제3절 소결 114

제6장 근로자 재교육과 작업환경 혁신을 통한 고용 유지 118

제1절 직무역량 변화와 미래 인재 양성, 근로자 재교육 118

1.1. 디지털 시대의 직무역량 변화 118

1.2. 근로자 재교육 강화 121

1.3. 신직무 개발과 미래 인재 양성 131

제2절 근로자 중심 작업환경 혁신 137

2.1. 근로자 중심 작업환경 혁신의 의의 137

2.2. 협업 로봇 138

2.3. 디지털 기기 143

2.4. 웨어러블 로봇 150

제3절 소결 152

제7장 4차 산업혁명 시대의 유망직업과 위기직업 156

제1절 4차 산업혁명 시대의 유망직업 156

1.1. 4차 산업혁명 시대의 유망 분야 157

1.2. 유망직업 선정 157

제2절 4차 산업혁명의 위기직업 193

2.1. 기술 진보로 인한 직업의 위기 193

2.2. 위기직업 선정 195

제8장 4차 산업혁명 일자리 위기 대응 전략	215
제1절 산업계의 대응	215
제2절 교육훈련 업계의 대응	219
제3절 근로자 및 근로자단체의 대응	222
제4절 정부의 대응	224
참고 문헌	228

〔 표 차례 〕

〈표 2-1〉 기술적 변화 동인의 영향 내용, 평가, 예상 영향 시기	9
〈표 2-2〉 일자리 변화의 역사	29
〈표 3-1〉 주요 국가의 4차 산업혁명 추진 내용 비교	37
〈표 3-2〉 독일 정부 부처의 인더스트리 4.0 관련 활동	38
〈표 3-3〉 AMP 2.0의 권고사항	41
〈표 3-4〉 4차 산업혁명을 주도하는 미국의 민간기업 협의체	44
〈표 3-5〉 신산업구조비전: 제4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략 구성 ..	45
〈표 3-6〉 ‘중국제조 2025’ 정책의 구성과 주요 내용	49
〈표 3-7〉 중국 제조 2025의 10대 핵심 기술	50
〈표 3-8〉 BAT의 진출 분야	51
〈표 3-9〉 한국 제조업의 혁신 패러다임 변화	52
〈표 3-10〉 제조업 혁신 3.0의 3대 전략 6대 과제	53
〈표 3-11〉 산업통상자원부의 12대 신산업과 2025년 주요 발전 목표 ...	53
〈표 4-1〉 자율주행 기술의 4단계	79
〈표 5-1〉 4차 산업혁명 참여 기업별 주요 전략	89
〈표 5-2〉 신산업별 인력 수요 전망	90
〈표 5-3〉 국내 주요 기업의 4차 산업혁명 대응전략	98
〈표 5-4〉 창직 사례	102
〈표 5-5〉 분야별 신직업	104
〈표 5-6〉 로컬모터스의 이노팩처링(Innovation-manufacturing)	114
〈표 6-1〉 포스코의 스마트 역량 향상 교육과정 현황(2017년 7월 현재)	130
〈표 7-1〉 4차 산업혁명 시대의 유망직업 10선	158
〈표 7-2〉 4차 산업혁명 시대의 위기직업 8선	197

〔 그림 차례 〕

[그림 1-1] 1980년대(위)와 1990년대(아래)의 사무실 풍경 변화	2
[그림 2-1] 지능정보기술과 타 산업·기술의 융합 예시	8
[그림 2-2] 인간과 기계의 총체적 생산능력 비교 곡선	11
[그림 2-3] 기술×데이터를 활용한 재화·서비스 창출	12
[그림 2-4] 19세기 초의 러다이트 운동(Luddite Movement)	15
[그림 2-5] 직무의 숙련도와 정형화 정도에 따른 기술 대체 가능성	17
[그림 2-6] 기술 진보에 따른 노동투입량의 변화	20
[그림 2-7] 기술 도입 이전과 이후의 직무 변화 양상	22
[그림 2-8] 엡손의 스마트글라스(Head Mounted Display)	23
[그림 2-9] ABB의 양팔 코봇 YuMi(양팔 코봇)	24
[그림 2-10] 기술 진보에 따른 숙련 수준의 변화	26
[그림 3-1] 산업구조 변화 추정: 산업부문별 GDP 성장률, 종사자 수 변화 ...	47
[그림 3-2] 고용구조 추산 결과: 직업별 종사자 수	47
[그림 4-1] 세계 각국의 로봇 밀집도	59
[그림 4-2] AI는 언제 인간의 지능을 앞설까	62
[그림 4-3] 제조업에 가상현실(VR) 기술을 활용하는 모습	76
[그림 4-4] 가상현실(VR) 생태계	77
[그림 5-1] 세계 시총 톱10 기업의 변화	88
[그림 5-2] 미국의 스마트팩토리 도입에 따른 일자리(고용자 수) 변화	92
[그림 6-1] 포스코 평양 후판공장에서 시범 운영 중인 스마트팩토리 개념도 ...	129
[그림 6-2] 전 세계 코봇시장 추이	139
[그림 6-3] 한화테크윈의 HCR-5(외팔 코봇)	141
[그림 6-4] 헤드 마운트형 디스플레이(Head Mounted Display)	144
[그림 6-5] VR로 공장 내부를 보고 있는 히라타기공의 직원	146

[그림 6-6] 웨어러블 스마트워치	148
[그림 6-7] 하이비스(터치스크린)	149
[그림 6-8] 품질 검사장비 비전	149
[그림 6-9] 웨어러블 의자에 앉아 작업을 하는 자동차조립원	151
[그림 6-10] 현대차그룹에서 개발 중인 웨어러블 로봇	152
[그림 7-1] 뉴스를 분석하는 인공지능	165
[그림 7-2] 빅데이터 활용사례(제조분야)	169
[그림 7-3] 가상현실의 응용 사례	171
[그림 7-4] 증강현실 응용사례	171
[그림 7-5] 증강현실을 이용하여 일하고 있는 작업자	173
[그림 7-6] 3D 프린팅 전문가의 작업 장면	174
[그림 7-7] 양치기 드론으로 촬영한 사진	178
[그림 7-8] 서비스 로봇	190
[그림 7-9] 현대자동차의 ChatBot 서비스 장면	201
[그림 7-10] 아디다스의 스피드공장	202
[그림 7-11] IBM 왓슨을 이용하여 진료하는 장면	205
[그림 7-12] 시티은행 은행 점포 축소 관련 언론보도 자료	208
[그림 7-13] 아마존의 창고관리 로봇 키바(Kiva)	210
[그림 7-14] BECHTLE의 증강현실을 활용한 스마트 창고관리 시스템 ...	211
[그림 7-15] 무인 편의점 등장	212

요약

1. 들어가는 말

근래 우리 사회를 뒤흔들고 있는 가장 핫한 화두 중 하나는 4차 산업혁명과 일자리 문제이다. 4차 산업혁명 시대의 기술 진보는 이전의 산업혁명과는 달리, 인공지능과 빅데이터가 결합되어 기술발전의 속도와 영향의 범위가 매우 넓고, 노동시장에 미치는 파괴력도 매우 클 것으로 예상된다.

근로자들은 가까운 장래에 자신의 일자리가 없어질지도 모른다는 걱정과 어떻게 준비해야 하는가에 대한 불안감에 둘러싸여 있고, 청소년과 학부모는 미래에 어떤 직업이 유망할지를 궁금해 한다.

본 연구의 시작은 4차 산업혁명 도래에 따른 국민의 불안감을 덜어 내고 4차 산업혁명이 가져올지도 모를 ‘미래 일자리 절벽 문제’를 슬기롭게 헤쳐 나가기 위한 방안을 사회 각계각층이 고민하고 방향성을 모색할 필요가 있다는 인식에서 출발하였다. 연구 결과를 바탕으로 기업과 근로자, 근로자단체, 교육계와 직업훈련기관 그리고 정부 측면에서 4차 산업혁명에 대응하기 위한 추진 과제(어젠다)를 제시하였다.

2. 4차 산업혁명 도래에 따른 노동시장 환경 변화

2.1. 4차 산업혁명의 특징

일자리 문제와 관련하여 4차 산업혁명의 특징은 ‘기하급수적 기술 진보’, ‘융복합과 불확실성’, ‘무경계화와 초연결 사회’ 등 3가지로 정리될 수 있다.

- ① ‘기하급수적 기술 진보’란, 4차 산업혁명의 기술 진보가 인간의 총체적 생산능력(신체적 능력과 인지적 능력의 총합)을 넘어설 정도로 빨라지면 산업현장에서 필요한 직무능력과 근로자가 보유한 능력 간의 격차가 커질 것이고, 기술에 의한 일자리(또는 직무) 대체는 매우 파괴적으로 나타날 가능성이 있다는 것을 의미한다.
- ② ‘융복합과 불확실성’이란, 4차 산업혁명은 기술 또는 산업 간 융·복합이 가속화되고 그 결과를 예측할 수 없다는 점에서 기대와 우려가 공존한다는 것을 말한다. 지식과 정보의 축적이 기하급수적으로 진행되고, 언제 어디서나 데이터를 사용할 수 있게 됨으로써 기술 또는 산업 간 융합이 더욱 활발히 이루어질 것이고, 이는 새로운 비즈니스 모델과 제품의 등장을 촉진하게 될 것이다.
- ③ 마지막 ‘탈경계화(boundaryless)와 초연결 사회(hyper-connected society)’란, 초고속 무선통신, 클라우드 네트워크 등 디지털 기술 발전으로 기계와 상품, 사람이 데이터로 연결되어 자율성과 상호작용이 가능해 지는 것을 가리킨다. 이에 따라 시간과 공간의 경계가 무너지고, 기계와 IT 등 기술 융합과 상품(서비스)의 이중 결합이 증가함에 따라 제조업과 서비스업 등 업종 및 기업 간 경계가 사라지며, 생산기술직과 사무직 간의 경계도 희미해지고, 가상과 현실의 경계가 무너지게 된다.

2.2. 4차 산업혁명에 따른 노동이슈

① 고용 문제

일자리 고용 기술 진보에 따른 이슈 중 가장 관심이 큰 것은 일자리 문제이다. 현재, 비판론과 낙관론이 팽팽히 맞서고 있는 상황이다. 비판론은 노동이 기계화·자동화 또는 디지털화로 대체되어 일자리가 줄어들어 대량실업이 사회적 문제가 될 것이라는 주장이다. 낙관론은 기술 진보가 단기적으로는 일부 직종과 총 일자리에 부정적 영향을 미쳤겠지만, 장기적으로 보면 기술 진보는 공정혁신을 통해 생산성을 높이고 시장을 확대하였으며 또한 신제품 개발을 통해 새로운 수요를 창출함으로써 총량적으로는 일자리를 늘려 왔다는 것이다.

직무의 유형과 숙련도를 기준으로 기술 대체 가능성을 살펴보면 4가지 유형으로 정리될 수 있다.

(높음) ↑ 숙련 수준 ↑ (낮음)	③ <기술 대체 가능성 중간> • 고숙련 업무 • 정형 업무 • 예시) 회계사무, 법률사무, 통번역, 임상 병리, 영상의학분석	① <기술 대체 가능성 낮음> • 고숙련 업무 • 비정형 업무 • 예시) 연구개발, 공정관리, 설비 유지 보수, 법률전문가(변호사·판사·검사), 의료
	④ <기술 대체 가능성 높음> • 저숙련 업무 • 정형 업무 • 예시) 단순조립, 계산 및 출납, 요금수납, 시설안내, 창고관리	② <기술 대체 가능성 낮음> • 저숙련 업무 • 비정형 업무 • 예시) 정육가공(발골), 청소, 간병, 육아

(낮음) → 비정형화 정도 → (높음)

[그림 1] 직무의 숙련도와 정형화 정도에 따른 기술 대체 가능성

② 직무 내용과 숙련도의 변화

하나의 직업에 종사하는 근로자는 여러 직무를 수행하는데, 기술이 도입되면 그 직무는 여러 가지 유형으로 변화를 맞이하게 된다. 하나, 수행 직무 중 기술 도입 이후에도 그대로 유지되는 경우이다. 둘, 수행 직무 중 기술 도입으로 해당 직무가 기계로 완전히 대체되는 경우이다. 셋, 기술 도입으로 일부 역할이 축소되거나 없어지는 대신에 사람의 특성이 더욱 필요한 업무는 그 비중이나 중요도가 커지는 경우이다. 넷, 수행 직무 중 기술 도입 이후에 업무 방식과 내용이 변경되는 경우이다. 다섯, 기술 도입으로 완전히 새로운 직무가 발생하는 경우가 있다.

직무 내용의 변화는 근로자 숙련도에도 영향을 미친다. 기술 진보에 따른 근로자의 숙련도는 재숙련화, 탈숙련화, 숙련의 양극화 등 3가지 방향으로 나타난다. 첫째, 재숙련화는 새롭게 고숙련 업무가 증가하는 대신에 기존의 저숙련 단순 업무는 기계로 대체된다는 것이다. 둘째, 탈숙련화는 재숙련화의 반대 개념으로 로봇, 인공지능 등 첨단기술로 생산과정이 자동화되고 모든 정보가

디지털화되면서 숙련기술의 필요성이 줄어들어 근로자들의 업무가 단순화되는 것을 말한다. 마지막으로, 숙련의 양극화는 기술 진보로 노동의 재숙련화도 나타나겠지만 기존의 단순작업은 자동화되지 않거나 또는 새로운 저숙련 노동이 출현할 가능성도 많다는 것이다.

③ 신산업 및 신직업의 등장

기술과 산업의 융·복합화가 촉진되면 새로운 기술과 제품, 산업의 등장이 활발해지고, 이를 통해 신규 일자리가 창출되며 직업구조도 변화하게 된다. 신기술의 등장은 새로운 직업과 일자리를 탄생시키기도 하지만 기존 직종에서 역할이 확대되는 경우도 있다. 즉, 신기술의 등장은 기술로 대체되는 직업이 발생하는 반면에 그 빈자리를 채우는 보완 직업이 동시에 등장한다.

④ 일하는 방식의 변화

디지털 기술의 발전으로 온라인 근무(모바일 근무, 원격근무)가 다양한 직종에서 증가하고 있다. 이에 따라 근무시간이 아닌 성과물로 평가받고 보상을 받는 시스템이 확산될 것이다.

그리고 디지털 기술의 발전으로 거래비용이 비약적으로 낮아지고 근로자의 실제 이동 없이 가상의 공간에서 협업이 가능해짐에 따라 생산 체계의 글로벌화가 촉진될 것이다. 기업은 외부자원(생산시설, 인력)을 저렴하게 이용하게 됨에 따라 아웃소싱 및 프로젝트 조직이 증가할 것이다.

⑤ 고용형태 변화

작업조직과 일하는 방식의 변화는 필연적으로 고용형태(employment status/type)의 변화를 동반한다. 온라인 플랫폼으로 제공되는 온디맨드 서비스(services on demand)의 확산으로 플랫폼 근로자가 증가할 것이다. 또 O2O(Online to Offline) 서비스와 P2P 거래의 확산은 수요자와 공급자를 직접 연결하면서 개인이 공급자로서 시장 참여를 용이하게 하고 있다. 플랫폼 근로자나 프리랜서 또는 프로슈머 등 다양한 고용형태가 증가할 것이다.

⑥ 일·가정 양립, 경력개발 등 기타 이슈

모바일 등 디지털 기술이 업무에 적극 활용됨에 따라 근로시간 및 업무량의 과다, 일·가정 양립 등의 문제가 대두될 것이다. 모바일 기술의 발전으로 원격근무가 가능해지고 저출산 등으로 이를 권장하는 방향으로 사회분위기가 바뀔 것이기 때문에 근로시간이나 근로감독, 보안, 사생활 침해 등의 문제가 본격 대두될 것이다. 기계에 인공지능이 도입됨에 따라 계약관계에서 소유자와 제작자의 책임성 문제가 제기될 것이다. 직업세계의 변화가 가속화하고 요구되는 직업능력이 빠르게 변화하는 상황에서 플랫폼 근로자, 파견근로자 등 사용자 없는 근로자에 대한 직업능력개발 문제가 대두될 것이다.

3. 4차 산업혁명 시대의 새로운 직업과 일자리

3.1. 새로운 산업과 비즈니스의 등장

다양한 분야에서의 새로운 비즈니스 출현은 하이테크 업무의 증가를 가져와서 관련 분야의 직업과 일자리 창출에 긍정적 영향을 미칠 수 있다.

고객의 니즈와 수요를 즉각적으로 제품에 반영하기 위한 ‘상품기획가’, 데이터사이언티스트와 이들을 지원하기 위한 인력, 또한 빅데이터 속의 숨은 가치를 찾을 수 있도록 디자인해 주는 ‘빅데이터기획가’, ‘사물인터넷전문가’, 기업에 요구되는 새로운 경영전략을 수립할 수 있도록 지원하는 ‘뉴비즈니스 경영컨설턴트’, ‘컴퓨터보안전문가’, 대기업에 비해 상대적으로 열세인 중소기업에 대상으로 새로운 기술과 경영전략을 수립해 주는 ‘중소기업 코디네이터’ 등의 수요 증가를 가져올 수 있다.

3.2. 창의적 일자리 창출을 위한 활동들

① 스스로 직업을 만드는 ‘창직(創職)’

창직은 젊은 층에게는 열정과 창의력으로 무장한 기업가 정신 함양을 통해 새로운 일자리를 만들어 낼 수 있게 한다. 중장년에게는 그간 축적한 지식, 경험, 네트워크, 노하우 등을 살려 제2의 인생을 설계하거나 본인의 경험을 사회에 공헌하는 계기가 될 수 있도록 도와준다.

애완동물을 대상으로 재활서비스를 제공하는 ‘동물재활공학사’, 암환우를 대상으로 메이크업 서비스를 제공하는 ‘암환우 뷰티관리사’, 반려동물을 피사체로 사진을 찍는 ‘반려동물 사진사’ 등이 창의적 활동의 결과이다.

② 신직업

신직업은 국내에 없으나 해외에는 활성화되어 있는 직업, 그리고 사회변화 트렌드, 기술 발전 속도 등을 고려할 때 국내에 새롭게 세분되거나 전문화되어 등장하게 될 직업을 말한다. 2013년부터 발굴하기 시작한 신직업 중 일자리 확장 또는 창출에 실질적 지원(제도 개선, 민간차원의 활성화 독려 등)이 가능한 직업은 정부 차원에서 2014년부터 2016년까지 70여 개의 신직업으로 발표되었다.

신직업의 의미는 기업 차원에서는 새로운 비즈니스를 견인할 새로운 직무를 제공한다는 점에서, 개인 차원에서는 청년층의 진로 탐색, 중장년층은 평생진로 개발을 위해 기존과 다른 직업에 관심을 가질 수밖에 없다는 점에서, 그리고 정부 차원에서는 경제를 견인하고 국민의 복지와 연계된 일자리 창출에 기여한다는 점에서 찾을 수 있다.

③ 메이커스 운동(Maker's movement)

메이커스 운동은 아이디어를 제품화하고 싶지만 자본과 시장 기반이 없는 개인이 누구나 제조, 판매를 할 수 있도록 하는 오픈소스 하드웨어, 디지털 장비 등을 개인들이 자유롭게 사용할 수 있도록 제공하여 시제품을 제작해 보고 아이디어를 실현하도록 지원하는 활동이라고 할 수 있다.

개인블로그, 트위터, 유튜브 등이 개인미디어콘텐츠 창작자에게 활동의 플랫폼을 제공해준 것처럼 메이커스 활동을 위한 랩에서 3D프린터, 소프트웨어 등을 활용하여 아이디어 기획, 장치의 설계, 제작에 이르는 일련의 과정을 시도해 볼 수 있다. 이 과정에서 개인들은 여러 사람과 아이디어나 지식을 공유하게 된다.

④ 기업 내 창의 활동 지원

기술 발전이나 새로운 비즈니스 창출은 기존과 다른 혁신적 아이디어와

창의성이 뒷받침되어야 한다. 기업의 생존 전략에 혁신이 요구되면서 종업원들의 창의적 아이디어를 독려함으로써 새로운 가치를 창출하고 근로자의 역할을 강화하며 독립적으로 성장하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 지원 활동은 기업의 성장을 이끌어 내고, 이는 결국 일자리 창출로 이어질 수 있다.

4. 근로자 재교육과 작업환경 혁신을 통한 고용 유지

4.1. 직무역량 변화와 미래 인재 양성, 근로자 재교육

① 신직무 개발과 미래 인재 양성

‘신직무 개발 및 직무재배치’는 기술 및 경제 환경 변화에 따라 “기업 내에서 새롭게 발생하는 직무와 새로운 사업기회의 포착에 따라 필요한 직무를 발굴하고, 해당 직무에서 요구되는 지식·기술·태도를 밝혀 교육훈련프로그램을 개발하여 일자리를 잃은 근로자나 기존 근로자를 재교육하여 직무배치하는 것”을 말한다.

생산과정이 디지털화되면서 생산공정, 빅데이터, 인공지능 등의 지식과 기술이 요구되는 생산기술자(Produktionstechnologe)라는 새로운 직무가 발생하고 있다. 또 정보통신 기업을 중심으로 IT사이버보안전문가의 수요가 증가하고 있다. 산업에 사물인터넷(IoT) 접목이 확대되면 미래에는 기업에서 활동하는 산업데이터분석가(Industrial data scientist), 로봇코디네이터(Robot coordinator), 솔루션설계기술자(IT/IoT solution architect), 산업컴퓨터엔지니어(Industrial computer engineer/programmer), 산업유저인터페이스설계자(Industrial UI/UX designer) 등의 직업이 기업에 따라 새롭게 나타나거나 기존 직무가 확대될 것으로 기대된다.

또한 의료로봇설계자(Medical robot designers), 스마트그리드관리자(Grid modernization mangers), 다중모드교통네트워크 엔지니어(Intermodal transportation network engineers) 등도 예측되는 직업이다. 이들 직업은 대부분 다양한 학문이 융합되고 리더십, 의사소통 능력, 협업 등 소프트스킬과 산업에 대한 지식, 신기술, 소프트웨어, 데이터 기술 등으로 새로운 직무분석과 직무설계가 요구된다.

② 근로자 재교육 강화

디지털 전환기에 근로자가 업무를 수행하는 데 요구되는 지식, 기술, 태도 등이 지속적으로 변화하고 있다. 더 복잡한 생산공정과 네트워크화된 구조에서 근로자에게 다른 숙련(qualification)이 요구되어 기업 재교육의 중요성이 증가하고 있다.

공장 등 산업현장에서는 각종 지능화된 설비와 장비가 설치되고 다양한 자료를 디지털 기기로 다루기 때문에 IT를 비롯한 빅데이터, 인공지능 등과 같은 새로운 지식과 기술 습득이 불가피하다. 빅데이터를 다룰 때는 데이터 분석과 데이터 보안 관련 능력이 요구되고, 네트워크화된 생산라인에서는 전체 생산공정에 대한 통합적 사고가 요구된다. 제품 생산이 개별화됨에 따라 신제품에 대한 정보뿐 아니라 제품의 특성에 맞춰 제조공정을 전환할 수 있는 능력이 요구된다.

4.2. 근로자 중심 작업환경 혁신

근로자 중심의 작업환경 혁신이란, 근로자가 작업과정에서 근력증강 웨어러블 로봇, 협업로봇(코봇, collaborative robot)의 지원을 받아 육체적 부담과 업무 부담을 덜거나, 증강현실 또는 디지털 기기 등을 활용하여 작업에 필요한 정보 및 기술 지원을 받는 것 등을 말한다. 즉, 4차 산업혁명 기술을 작업장에 적극 도입하여 근로자의 업무 능률과 생산성을 높이는 것을 말한다.

근로자 중심의 작업환경 혁신은 생산가능인구가 감소하고 근로자의 고령화 등 노동인력이 양적·질적으로 악화하는 상황에서 더욱 중요해지고 있다.

5. 4차 산업혁명 시대의 유망직업과 위기직업

4차 산업혁명 시대의 핵심 기술 분야와 그에 따른 직업세계의 변화를 살펴본 결과를 바탕으로 다음과 같이 유망직업 10개와 위기 직업 8개를 선정하였다.

〈표 1〉 4차 산업혁명 시대의 유망직업 10선

연번	직업명	이유	관련기술
1	사물인터넷 전문가	사물과 사물이 대화를 나누기 위하여 센싱할 수 있는 기기를 통해서 자료를 수집하고 이 자료를 데이터베이스에 저장하고 또한 저장된 정보를 불러내어 서로 통신할 수 있게 하는 사물인터넷 전문가의 수요가 더욱 증가할 것임.	무선통신, 프로그램 개발 등
2	인공지능전문가	인간의 인지·학습·감성 방식을 모방하는 컴퓨터 구현 프로그램과 알고리즘을 개발하는 사람의 수요가 많음.	인공지능, 딥러닝
3	빅데이터전문가	비정형 및 정형 데이터 분석을 통한 패턴 확인 및 미래 예측에 빅데이터전문가를 금융·의료·공공·제조 등에서 많이 요구함. 인공지능이 구현되기 위해서도 빅데이터 분석은 필수적임.	빅데이터
4	가상(증강·혼합) 현실전문가	가상(증강)현실은 게임·교육·마케팅 등에서 널리 사용하고 있으며 가상현실 콘텐츠 기획, 개발·운영 등에서 많은 일자리 생성이 기대됨.	가상(증강) 현실
5	3D프린팅전문가	3D프린터의 속도와 재료 문제가 해결되면 제조업의 혁신을 유도할 것으로 기대됨. 다양한 영역(의료·제조·공학·건축·스타트업 등)에서 3D프린팅을 위한 모델링 수요 증가 기대됨.	3D프린팅
6	드론전문가	드론의 적용 분야(농약살포, 재난구조, 산불감시, 드라마·영화 촬영, 기상관측, 항공촬영, 건축물 안전 진단, 생활스포츠 기록 등)가 다양해지고 있음.	드론
7	생명공학자	생명공학이 IT와 NT가 융합되어 새로운 기술이 탄생하고 있음. 생명정보학, 유전자가위 등을 활용하여 질병치료 및 인간의 건강 증진을 위한 신약·의료기술이 개발되고 있음.	생명공학, IT
8	정보보호전문가	사물인터넷과 모바일 그리고 클라우드 시스템의 확산으로 정보보호 중요성과 역할이 더욱 중요해짐.	보안
9	응용소프트웨어 개발자	온라인과 오프라인 연계, 다양한 산업과 ICT의 융합 그리고 공유경제 등의 새로운 사업 분야에서 소프트웨어의 개발 필요성이 더욱 증가함.	ICT
10	로봇공학자	스마트공장의 확대를 위해 산업용 로봇이 더 필요하며 인공지능을 적용한 로봇이 교육·판매·엔터테인먼트·개인 서비스에 더 많이 이용될 것임.	기계공학, 재료공학, 컴퓨터공학, 인공지능 등

〈표 2〉 4차 산업혁명 시대의 위기직업 8선

연번	직업명	이유	관련 기술
1	콜센터 요원 (고객상담원 및 안내원)	고객의 문의가 정형화되어 있어 질문에 대한 답변이 동일하게 반복되는 경우 인공지능에 의해 콜센터 요원이 수행하는 업무는 대체하기 용이할 수 있다. 현재 통신회사에서 콜센터 운영을 사람에서 챗봇(인공지능의 일종)으로 바꾸고 사람들을 줄이고 있다. 2015 통계청의 지역별고용조사에 따르면 콜센터 요원이 포함된 '고객 상담 및 모니터 요원'은 17만 3,000명이 있다.	인공지능, 빅데이터 분석
2	생산 및 제조관련 단순종사원	스마트공장이 확산되면서 제품을 조립하고 물건을 나르며 불량품을 검사하는 일이 산업용 로봇으로 그리고 제품의 이미지를 보고 불량 여부를 진단하는 일이 인공지능('비전')으로 대체될 가능성이 높다. 국내 스마트공장화가 진행되는 곳에서 생산 및 제조 관련 단순 종사원이 줄어들고 있다. 아디다스는 외국에 있던 공장을 독일 내로 이전하면서 스피드팩토리를 구축하여 동일한 양의 제품을 생산하는 인력을 600명에서 10명으로 줄였다. 제조 관련 종사자의 직업은 한국고용직업분류 세분류로 수십 개에 달하며 종사자 수도 상당하다.	스마트공장
3	의료진단 전문가	IBM의 Watson이 의사보다 CT 이미지를 보고 폐암을 더 정확하게 진단할 수 있다. 수많은 이미지 데이터를 분석하고 판독하고 진단하는 일은 인공지능이 더 인간보다 더 빠르게 잘할 수 있는 일이다. 스마트폰과 웨어러블 기기는 심박수뿐 아니라 스트레시지수, 산소포화도 등 더 다양한 건강 관련 지수를 측정할 수 있다. 향후 혈당, 혈압, 콜레스테롤 수치 등을 간단히 측정하는 기기가 발명되면 의료진단 업무 수행자의 업무가 변화될 수 있다.	의료기기헬스, 인공지능
4	금융사무원	금융권에서 비교적 단순한 업무를 하거나 혹은 데이터에 근거해서 의사결정을 하는 업무가 위기에 빠질 수 있다. 은행직원이 없는 인터넷전문은행, 핀테크가 확산되고 있다. 소액결제 및 이체 시스템이 모바일을 통해 급속히 확산되고 있다. 공인인증서가 없어도 그리고 상대방의 계좌번호를 몰라도 예금 이체 등이 자유로워지면서 금융사무원의 입지가 더욱 좁아지고 있다. Frey & Osborne의 연구에서도 컴퓨터 때문에 사라질 가능성이 매우 높은 직업 중 하나로 은행텔러가 손꼽혔다. 금융계의 인공지능 로보어드바이저는 고객의 투자 성향, 목표 등을 입력하면 시황을 투자분석가보다 더 정확하고 빠르게 분석하여 투자 조언을 한다. 보험계약자의 위험요소를 평가하여 보험가입 여부와 승인을 결정하는 일도 인공지능이 잘할 수 있는 일이다.	핀테크, 빅데이터, 인공지능

연번	직업명	이유	관련 기술
5	창고작업원	아마존의 키바 로봇이나 자동컨베이어시스템 등 무인 자동운반시스템 도입으로 근로자는 업무 부담과 안전 사고로부터 벗어날 수 있지만, 한편으로는 일자리 감소를 피하기 어려울 것이다. 또한 독일 BECHTLE 등에서 사용되고 있는 증강현실 스마트글라스 등이 창고관리 업무에 도입됨에 따라 물류 오류를 줄이는 동시에 생산성 향상으로 창고작업원의 인력도 감소할 것으로 예상된다.	사물인터넷, 센서 기술, 증강현실 기술 등
6	계산원	디지털기술이 산업현장뿐만 아니라 사회 곳곳으로 확산되고 있다. 셀프주유소가 도입된 지는 오래며, 아파트 관리에도 무인시스템이 도입되어 경비원의 일자리가 사회문제화되고 있다. 메뉴 주문 터치스크린(키오스크)이 햄버거 패스트푸드점이나 프랜차이즈 식당, 커피전문점 등을 중심으로 빠르게 확산되고 있다. 또 대기업 마트나 편의점에서는 무인화를 위한 기술개발에 적극 나서고 있고 시범 시행 중인 곳도 있다.	디지털화, 핀테크

6. 4차 산업혁명 일자리 위기 대응 전략

연구 결과를 토대로 4차 산업혁명에 따른 일자리 위기를 산업계, 교육훈련업계, 근로자 및 근로자단체, 정부 등 4개 주체별로 총 20개의 대응 전략을 제시하였다.

6.1. 산업계의 대응

- ① 기업 내 창의적 활동을 적극 지원해야 한다.
- ② 종업원의 재교육과 신규 인재 양성에 적극 나서야 한다.
- ③ 공장자동화 등 4차 산업혁명을 추진하는 데 있어 근로자와 노조가 이해를 같이하고 협력하여 추진해 나가야 한다.
- ④ 근무 장소와 근로시간, 채용, 교육훈련 등 조직 및 인사관리 제도를 유연하게 재구축하여야 한다.
- ⑤ 4차 산업혁명 선도기업은 청소년 등 미래 근로자 대상의 교육훈련에 앞장서야 한다.

6.2. 교육훈련 업계의 대응

- ① 교육훈련 내용의 혁신이 필요하다.
- ② 교육방법의 혁신이 필요하다.
- ③ 산업현장과 파트너십을 더욱 강화해야 한다.
- ④ 대학 등은 평생직업능력개발 기관으로 역할을 할 수 있어야 한다.
- ⑤ 직장체험, 현장실습, 인턴 등 단계별 직업체험을 모든 중·고등학생에게 의무 프로그램화하여야 한다.

6.3. 근로자 및 근로자단체의 대응

- ① 근로자와 근로자단체는 4차 산업혁명의 변화를 적극 이해하려는 마음 자세를 갖추어야 한다.
- ② 근로자 단체가 책임있는 자세로 사측과 함께, 직무변화 크고 일자리 위기에 있는 직종의 근로자를 대상으로 재교육에 적극 나서야 한다.
- ③ 근로자 단체는 4차 산업혁명에 따른 근로생활 전반의 변화를 연구하고 대책을 세움으로써 고용시장 변화에 대응하여야 한다.

6.4. 정부의 대응

- ① 기업과 개인이 신산업 영역을 개척하고 새로운 일자리를 창출할 수 있도록 국민의 안전과 위생을 제외한 모든 분야에서 규제를 과감히 철폐하고, 신직업 발굴과 창업 및 창직 활성화를 지원해야 한다.
- ② 정부는 급변하는 산업구조 및 노동 환경 변화에 대응하여 노·사·정의 새로운 방향 설정에 중심 역할을 해야 한다.
- ③ 플랫폼 근로자, 중소기업 근로자 등 경력개발 취약계층 모두가 4차 산업혁명에 대비하여 평생학습을 할 수 있도록 교육훈련 기회를 확대해야 한다.
- ④ 4차 산업혁명으로 실직하거나 노동시장에서 낙오되는 사람들을 위해 사회안전망을 강화해야 한다.

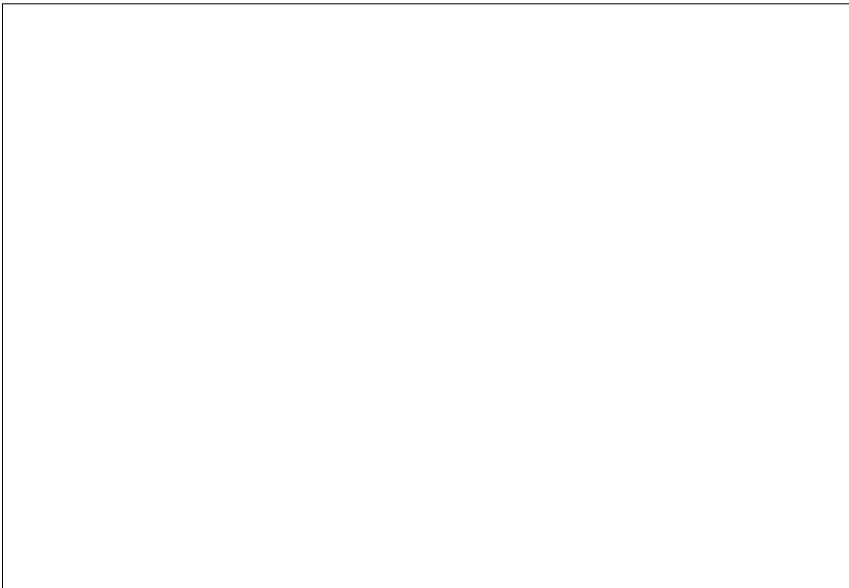
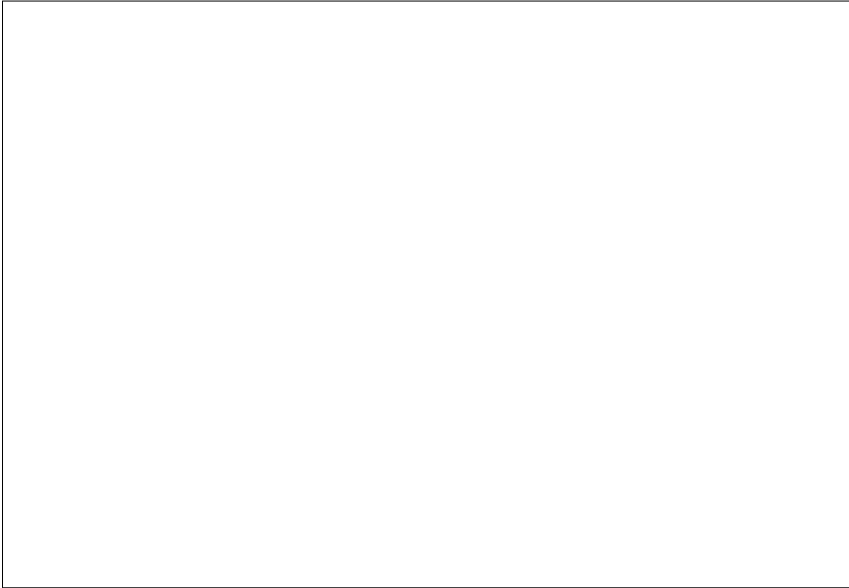
- ⑤ 근로자들이 미래 역량을 개발할 수 있도록 하는 인프라를 마련해야 한다.
- ⑥ 국민들이 다양한 경력개발 루트를 통해 역량을 개발하도록 지원하고, 이를 사회적으로 공정하게 인정하고 대우하는 체제를 구축하여야 한다.
- ⑦ 산학일체형 도제학교, 일학습병행제 등 현장 중심 교육훈련에 대한 지원을 강화해야 한다. 또 제조업과 서비스업 융합에 따른 다기능 융·복합 교육훈련을 강화해야 한다.

제1장

들어가는 말

아래 사진은 1980년대와 1990년대의 사무실 풍경이다. 일반 사무실에 컴퓨터가 처음 보급되던 1980년대 중후반까지만 해도 사무실에는 DOS(컴퓨터 운영체제)와 플로피디스크(보조기억장치)를 사용하는 286컴퓨터가 몇 대 놓여 있을 뿐이었다. 당시, 사무직원들은 컴퓨터 없이 수작업으로 업무를 수행하였다. 10년 정도 후의 사무실 모습을 보면, 직원 모두가 개인용 컴퓨터를 배정받아 업무를 수행하는 장면을 볼 수 있다. 불과 10년 만에 작업 방식이 완전히 바뀌었다. 특히, 개인용 컴퓨터에 더해 인터넷이 보급되면서 생산성이 급격히 높아지게 된다.

불과 몇 년 만에 개인용 컴퓨터는 사무실 풍경과 근로자가 일하는 방식을 완전히 바꾸어 놓았다. 당시에는 개인용 컴퓨터와 인터넷의 등장이 경제·사회에 어느 정도로 파급력을 가져올지는 몇몇 선각자만 인식하였다. 기술발전 에 따른 변화는 서서히 진행되는 듯하지만, 어느 순간 우리의 삶과 사회를 바꾸어 버린다. 그러한 사례는 무수히 많다.



자료: (위) biketago.com. (아래) economy insight (구글이미지, 2017.9.12.)

[그림 1-1] 1980년대(위)와 1990년대(아래)의 사무실 풍경 변화

골드만삭스는 임직원의 4분의 1이 컴퓨터기술자로 대체되었다. 한때 600명에 달하던 골드만삭스 주식 매매 트레이더는 이제 두 명밖에 남지 않았다. 컴퓨터 자동거래 소프트웨어가 이들을 거리로 내몰았다. 외환거래 부서에서 일하던 4명의 딜러는 컴퓨터엔지니어 1명으로 대체되었다. 컴퓨터엔지니어는 기존 딜러들이 시시각각 변하는 외환·선물시장 움직임에 대응하기 위해 거래하던 방식을 모방하여 알고리즘(Algorithm·컴퓨터로 작동하는 논리 공식)을 개발한다.¹⁾

근래 우리 사회를 뒤흔들고 있는 가장 핫한 화두 중 하나는 4차 산업혁명과 일자리 문제이다. 4차 산업혁명은 산업·경제, 문화, 노동 등 사회 전 분야에 걸쳐 막대한 영향을 미칠 것이라 하고, 사람들은 그로 인해 많은 일자리가 사라지지 않을까 우려하고 있다. 한쪽에서는 4차 산업혁명에 대응하여 기술개발과 경쟁력을 갖추어야 한다고 하고, 다른 한편에서는 기술적 비뚤에 우울한 고용 전망을 내놓는다.

이에 산업계와 학계, 정부 부처들은 능동적으로 혹은 분위기에 편승하여 대응책을 모색하느라 분주하다. 불확실한 미래에 산업계는 기업경쟁력 강화를 위해 첨단기술 개발과 생산설비 자동화에 투자를 강화하고 있고, 교육계는 미래 산업계를 선도할 인재를 어떻게 양성할 것인가가 숙제이다. 정부도 4차 산업혁명을 통해 산업경쟁력을 높이기 위한 정책적 지원과 미래 인재 양성에 노력을 기울이고 있다. 또한 4차 산업혁명이 노동시장에 미치는 영향에 관심을 두고 있다. 신정부에서 새롭게 발족한 ‘4차산업혁명위원회’에도 노동과 교육이 중요한 어젠다(agenda)로 되어 있다.²⁾

우리나라에서 4차 산업혁명은 작년부터 언론을 통해 알려지고, 본격적으로 논의의 중심에 서게 되었다. 근로자들은 가까운 장래에 자신의 일자리가 없어 질지도 모른다는 걱정과 어떻게 준비해야 하는가에 대한 불안감에 둘러싸여 있고, 청소년과 학부모는 미래에 어떤 직업이 유망할지를 궁금해 한다. 분명, 4차 산업혁명의 기술 진보는 이전의 산업혁명과는 달리, 인공지능과 빅데이터가 결합되어 기술발전의 속도와 영향의 범위가 매우 클 것으로 예상된다. 이 때문에 노동시장에 주는 파괴력도 매우 클 것으로 예상된다.

본 연구의 시작은 4차 산업혁명 도래에 따른 국민의 불안감을 덜어 내고

4차 산업혁명이 가져올지도 모를 ‘미래 일자리 절벽 문제’를 슬기롭게 헤쳐 나가기 위한 방안을 사회 각계각층이 고민하고 방향성을 모색할 필요가 있다는 인식에서 출발하였다. 본 보고서는 기업과 근로자, 근로자단체, 교육계와 직업훈련기관 그리고 정부 정책 입안자를 위해 이들이 4차 산업혁명에 올바르게 대응할 수 있도록 추진 과제(어젠다)를 제시하고자 한다.

다만, 고용시장을 둘러싼 환경 변수는 기술 진보 외에도 무수히 많다. 생산인구 감소, 근로자의 고령화, 장년근로자 및 여성근로자의 취업자 증가, 고용유발계수 감소, 외국인 근로자 증가, 높은 청년 실업률, 비정규직 근로자 증가 및 이중노동시장의 심화, 저성장 지속, 글로벌 경쟁 심화 등이다. 고용시장의 문제 분석에 이들 많은 요인을 종합적으로 고려함이 당연하지만, 논점의 명확성을 위해 4차 산업혁명의 특징을 중심으로 기술 진보의 관점에서 접근하였음을 밝힌다.

주석

-
- 1) 이코노미조선, ‘트레이더, 600명에서 2명으로…IT 기업된 골드만삭스’, 2017.2.22.
 - 2) 4차산업혁명위원회의 설치 및 운영에 관한 규정

제2장

4차 산업혁명 도래에 따른 노동시장 환경 변화

제1절 4차 산업혁명의 개념과 특징

1.1. 4차 산업혁명의 개념과 동인

1.1.1. 4차 산업혁명의 개념

4차 산업혁명은 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data), 모바일(Mobile), 클라우드(Cloud) 등의 핵심 기술이 기존의 산업 또는 기술과 융합된 ‘생산의 지능화 혁명’이다. 이전에 볼 수 없던 수준의 공정 혁신과 생산성 극대화를 이루어 내고, 더 나아가 기존 기술과 융합하여 새로운 산업과 기술을 창출할 수 있는 힘이랄 할 수 있다. 또한 이전 산업혁명이 그러하였듯이 4차 산업혁명은 산업현장뿐만 아니라 일상생활 전반에도 엄청난 변혁을 몰고 올 것으로 예상된다.

혹자는 4차 산업혁명을 지식정보화 혁명(20세기 후반)인 3차 산업혁명의 연장선으로 보는 경우도 있다. 3차 산업혁명의 전반기가 컴퓨터와 인터넷을 기반으로 한 하드웨어 혁신이 중심이었다면, 현재는 3차 산업혁명 후반기로서 소프트웨어와 네트워크가 혁신을 이끌고 있다는 것이다.³⁾ 따라서 이들은 증기 동력을 이용한 기계화 혁명(18세기)인 1차 산업혁명과 전기에너지 기반의 공장 자동화 혁명(19~20세기 초반)인 2차 산업혁명을 포함하여 기술 진보를 1, 2, 3 차의 세 시기로 구분한다.

4차 산업혁명이 현재진행형이기 때문에 후대에 4차 산업혁명이 기술 진보 수준 및 그 경제·사회적 영향력에서 혁명적이라는 평가를 받을 것인가에 의문이 있는 것도 사실이다. 그러나 본 보고서에서는 초지능화와 초연결(Cyber Physical System⁴⁾ 등) 같은 4차 산업혁명 특징이 직업세계와 노동시장에 미치는 영향이 3차 산업혁명과는 차별화된다는 점에 주목하여 4차 산업혁명을 개념화하고자 한다.

‘4차 산업혁명’이라는 용어는 독일의 인더스트리 4.0(Industry 4.0⁵⁾)에서 출발하였다. 제조업 강국인 독일은 공장의 해외 이전으로 산업공동화 현상이 발생하고, 저출산·고령화로 숙련기술자가 감소되어 기술을 전수할 젊은이가 많지 않고, 미국 정보통신기술(ICT) 기업들의 급성장으로 자국의 기술경쟁력이 저하되는 상황을 겪고 있었다. 이를 극복하기 위해 ‘산업의 미래’(산업협회, 정부, 노조 3자 합의기구)가 주체가 되어 2011년부터 스마트공장⁶⁾을 추진하였다. 제조업의 위기를 극복하기 위해 ICT와 제조업의 융합을 시도하여 만들어 낸 전략이 인더스트리 4.0이고, 그 핵심이 스마트공장이다. 스마트공장은 전통제조업의 컨베이어벨트에 의한 대량생산을 넘어서는 차세대 맞춤형 생산체제를 지향하며, 기업 몇 개가 아니라 전국을 네트워크형 스마트공장 산업단지로 재편한다는 장기적인 비전을 가지고 있다(전국금속노동조합 노동연구원, 2017).

4차 산업혁명은 독일 인더스트리 4.0으로부터 출발하지만, 전통적 제조업의 경쟁력을 높이기 위한 기술전략적 개념인 인더스트리 4.0보다는 훨씬 포괄적인 개념이다. 2016년 세계경제포럼(WEF, 다보스포럼)에서 제시한 ‘4차 산업혁명’의 개념은 디지털기술과 함께 신에너지와 신소재, 생명공학 등의 첨단기술 및 그 기술들의 융합으로 제조업뿐만 아니라 경제·사회·문화 등 모든 영역에서 발생하는 변화를 포괄한다.

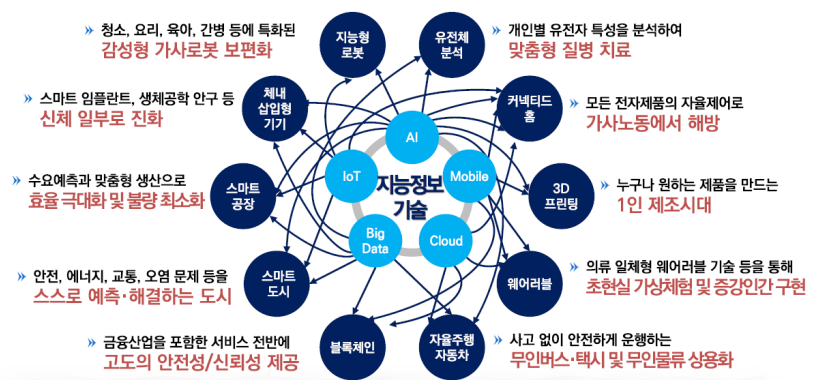
4차 산업혁명은 2016년 세계경제포럼에서 본격 등장하기 시작하였다. ‘4차 산업혁명’이란 용어는 그 이전에도 여러 전문기관 또는 전문가들이 ‘차세대 생산성 혁명’(OECD), ‘디지털 전환’, ‘2차 디지털화’(Hartmut Hirsch-Kreinsen, 2015), ‘제2의 기계시대’(Brynjolfsson 외, 2014) 등의 유사 개념을 제시한 바가 있다.

4차 산업혁명은 관점에 따라서는 컴퓨터와 인터넷을 기반으로 한 지식정보화 혁명인 3차 산업혁명(20세기 후반 이후)의 연장선에 있다고 할 수도 있다. 그러나 차별화되는 점은 3차 산업혁명 시대의 기술 진보가 생산 요소 또는 기술의 개별적 발전이라고 한다면, 4차 산업혁명 시대에는 산업과 기술이 융합되고, 생산·유통·소비 요소의 사물과 정보가 연결된다는 점이다. 기존 자동차 기술과 AI, 빅데이터, 클라우드 기술이 접목하여 자율주행자동차 산업이 탄생하고 제조생산 기술과 AI, IoT, 빅데이터가 융합하여 스마트공장이 등장하였다. 기술의 융합과 정보의 연결은 모든 전자제품이 자율제어 되는 커넥티드 홈이나 안전·에너지·교통·오염 등을 스스로 예측하고 해결하는 스마트도시를 구현할 뿐만 아니라, 이를 산업화할 수도 있다. 또 블록체인이나 3D 프린팅이라는 새로운 기술을 가능하게 하여 금융업이나 제조산업에 일대 혁신을 초래할 수 있다.

4차 산업혁명의 장점이자 두려운 점은 기술 진보가 하나의 산업과 기술 범위에서 이루어지는 것이 아니라 이종(異種) 간 경계를 없애고 그 파생적 영향력(생산성, 신기술 등장, 고용영향, 사회변화 등)을 가늠할 수 없다는 점이다.

이처럼 변혁의 기로에 선 우리나라의 도약을 위한 준비는 매우 미흡한 것으로 보인다. 2016년 경제협력개발기구(OECD) 소속 국가를 대상으로 한 4차 산업혁명 기반기술 이용 가능성 조사 결과를 보면, 한국은 10점 만점에 5.6점을 받아 평균(5.9점)에도 미치지 못했다. 최상위권은 핀란드(6.6점), 미국(6.5점), 노르웨이, 스웨덴, 영국 등 구미 선진국이 차지했고 일본과 독일은 6.2점이었다. 우리나라는 IT강국이라고 하지만, 4차 산업혁명의 코어 기술이라고 할 수 있는 인공지능이나 클라우드 컴퓨팅, 3D프린팅, 로봇틱스 등에서 선진국에 비해 한참 뒤쳐진 기술 수준에 머물러 있다.

1.1.2. 4차 산업혁명의 기술 동인



자료: 지능정보사회추진단(2016), 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」, 미래창조과학부 등 관계부처 합동 정부발표자료.

[그림 2-1] 지능정보기술과 타 산업·기술의 융합 예시

「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」(미래창조과학부 등 관계부처 합동발표, 2016년 12월)은 4차 산업혁명의 동인을 ‘지능정보기술’로 파악한다. 지능정보기술은 인공지능 기술과 데이터 활용기술을 융합하여 기계에 인간의 고차원적 정보처리 능력(인지, 학습, 추론)을 구현하는 기술로 정의된다. 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 클라우드(Cloud), 모바일 등 5개 기술을 코어(Core) 기술로 한다. 지능정보기술은 5개의 코어 기술이 상호 연계되고 기존 산업 및 기술과 융합하여 지능형 로봇, 체내 삽입형 기기, 스마트공장, 스마트도시, 블록체인, 자율주행자동차, 웨어러블, 3D프린팅, 커넥티드 홈, 유전체 분석 등 다양한 첨단기술로 재탄생되거나 신산업을 창출한다고 한다.

『The Future of Jobs』(World Economic Forum, 2016)⁷⁾은 직업세계의 변화 동인(drivers of change)을 크게 ‘인구 및 사회경제적 변화 동인⁸⁾’과 ‘기술적 변화 동인’의 2개 범주로 구분하고, 각각의 범주에 9개씩의 세부 동인을 설정하고 있다. 9개의 기술적 변화 동인에는 모바일 인터넷과 클라우드 기술(cloud technology)⁹⁾, 컴퓨터 연산능력과 빅데이터의 발달, 신에너지의 공급과 기술, 사물인터넷, 크라우드 소싱(crowd sourcing)¹⁰⁾·공유경제·P2P플랫폼, 첨단로

봇과 자율주행, 인공지능과 기계학습, 첨단제조기술과 3D프린팅, 신소재·생명공학·유전체학 등이 포함된다. 보고서를 보면 9개의 기술적 변화 동인 모두는 2020년 내에 산업과 비즈니스 모델, 고용에 ‘직접적이며 즉각적(immediacy)’인 영향을 미칠 것으로 전망했다.

기술적 변화 동인에 대한 ‘Top Trend’ 평가(2020년까지 응답자가 속한 각 산업에서 해당 변화 동인이 Top Trend에 속할 것으로 예상한 응답자 비율)를 보면, 모바일 인터넷과 클라우드 기술이 34%로 가장 높았고, 다음으로 컴퓨팅 파워와 빅데이터의 발달(26%), 신에너지의 공급과 기술(22%), 사물인터넷(14%), 크라우드소싱(crowd sourcing)·공유경제·P2P플랫폼(12%), 로봇공학 발달과 무인운송(9%), 인공지능과 기계학습(7%), 제조기술 발전과 3D프린팅(6%), 재료·생명공학기술·유전체학(6%) 순으로 나타났다.

<표 2-1> 기술적 변화 동인의 영향 내용, 평가, 예상 영향 시기

기술적 변화 동인		Top Trend 평가	산업과 비즈니스 모델에 직접적 영향을 미치게 될 시기
변화 동인	영향 ¹⁾		
모바일 인터넷과 클라우드 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 비즈니스와 공공부문에서 근로자 생산성 증대 • 클라우드 기술과 함께 애플리케이션으로 인해 인터넷 기반 서비스 모델이 빠르게 확산 	34%	2015~2017
컴퓨터 연산능력과 빅데이터의 발달	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 발전의 잠재력을 완전히 실현하려면 빅데이터를 이해하기 위한 시스템과 능력이 필요 	26%	2015~2017
신에너지의 공급과 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생 등 신에너지의 공급과 기술은 글로벌 에너지 지형에 큰 변화 	22%	2015~2017
사물인터넷	<ul style="list-style-type: none"> • 산업장비와 일상용품에 적용되는 원격센서와 커뮤니케이션, 처리능력은 이전에는 불가능했던 규모의 패턴과 디자인 시스템을 분석할 수 있는 방대한 양의 데이터와 기회를 촉발 	14%	2015~2017
크라우드소싱· 공유경제·P2P 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> • P2P플랫폼으로 기업과 개인은 과거에는 대규모 조직에서나 요구되었던 것들을 처리할 수 있게 됨 • 크라우드소싱 등을 통해 연결될 수 있는 재능과 자원이 소유한 내부 자원보다 더 중요해질 것임 	12%	이미 영향을 미치고 있음

기술적 변화 동인		Top Trend 평가	산업과 비즈니스 모델에 직접적 영향을 미치게 될 시기
변화 동인	영향 ¹²⁾		
첨단 로봇과 자율주행	<ul style="list-style-type: none"> • 향상된 감각과 정교함, 지능을 갖춘 첨단로봇은 제조업에서 뿐만 아니라 청소 및 유지관리와 같은 서비스 직무에서 인간의 노동력보다 더 유용해질 것임 • 자율주행 기술은 규제가 빨리 풀린다면 자동차, 트럭, 항공기, 선박 등 운송 부문에 혁명 촉발 가능 	9%	2018-2020
인공지능과 기계학습	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능, 기계학습, 내추럴UI(예를 들어 음성 인식)의 발달은 지식근로자 업무의 자동화를 가능케 함 	7%	2018-2020
첨단제조기술과 3D프린팅	<ul style="list-style-type: none"> • 제조기술 부문에서 폭넓은 기술 발전은 생산성의 새로운 혁신을 예고 	6%	2015-2017
신소재·생명공학 · 유전체학	<ul style="list-style-type: none"> • 소재와 생명과학 부문의 기술발전은 혁신적 산업응용을 촉발 • 유전학의 비약적 발전은 의학과 농업에 큰 영향 • 바이오공정공학을 통한 합성분자제조는 제약, 플라스틱, 고분자, 바이오연료 등 새로운 원료와 산업 공정에 중요 	6%	2018-2020

출처: World Economic Forum(2016). “The Future of Jobs”의 Table2와 Figure4를 재편집

1.2. 4차 산업혁명의 특징

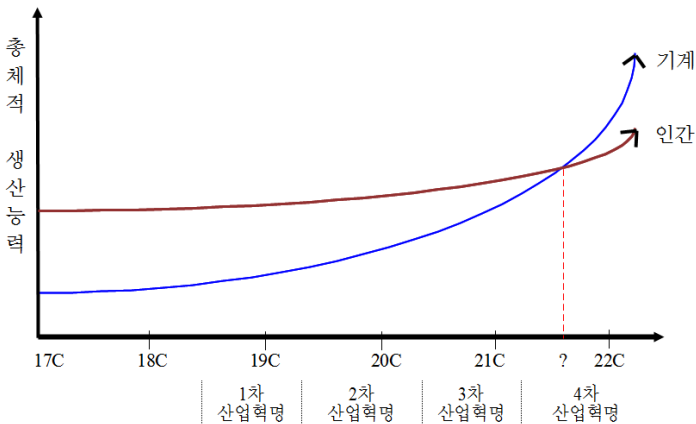
1.2.1. 기하급수적 기술 진보

4차 산업혁명의 기술 진보는 3차 산업혁명이라는 기술적 팽창 후, 에너지가 다시 축적되어 오다가 현재에 이르러 빅뱅과 같은 파괴력을 보여주고 있다. 즉, 4차 산업혁명의 기술 진보는 18세기 중반부터 본격 시작된 기술발전과는 다른 속도와 파장력을 보이고 있다.

기계와 자동화가 인간의 신체적 노동력을 대체하여 왔다면, 이들 기계와 로봇에 인공지능과 빅데이터 등의 첨단기술이 접목된 4차 산업혁명의 기술 진보는 인간의 신체적 노동력은 물론이고 인간의 인지능력(지식, 이해력, 사고력,

문제 해결력, 창의력 등)까지 넘어서는 것으로 예측되고 있다. 의료 데이터에 인공지능과 빅데이터 기술을 접목함으로써 의약품 개발과 맞춤형 처방이 가능해진다. 또 핀테크 기술을 금융산업에 활용하여 금융 비즈니스 환경이 극적으로 바뀌고 있다. 최근에는 인공지능 기자, 화가, 작곡가도 등장하고 있다.

인간의 총체적 생산능력(신체적 능력과 인지적 능력의 총합)을 넘어서는 정도로 기술 진보 속도가 빨라지면 산업현장에서 필요한 직무능력과 근로자가 보유한 능력 간의 격차가 커질 것이다. 불일치 정도가 커지면 기계에 의한 일자리(또는 직무) 대체는 매우 파괴적으로 나타날 가능성이 있다. 이전의 기술 진보는 저숙련 노동자의 일자리에 미치는 영향이 컸고 오히려 고숙련 노동자나 지식근로자에게는 생산성을 높이는 역할을 하였다. 그러나 인간의 총체적 생산능력을 넘어서는 급속한 기술 진보는 생산직, 사무직뿐만 아니라 의사, 변호사, 회계사 등의 전문직마저 위기로 몰 것이라는 예측이 나오고 있다.



자료: 한국고용정보원 작성

[그림 2-2] 인간과 기계의 총체적 생산능력 비교 곡선

기술 진보 속도가 느렸던 시기에는 교육·훈련으로 산업현장에서 요구하는 능력과 근로자 보유 능력 간의 격차를 메울 수 있었으나, 기술 진보 속도가 기하급수적으로 빠라지면 이마저도 쉽지 않게 된다. 따라서 교육·훈련의 내용과 방법도 신속하고 유연하게 변화하는 등의 혁신이 필요하다.

1.2.2. 융복합과 불확실성

기술		관련 데이터	혁신적 제품·서비스
공통 기반기술 (인공지능, IoT, 로봇)	운전제어기술	사고 데이터, 카메라정보 데이터	무인자동주행에 의한 이동서비스 무인자동주행차 등
	생산관리기술	사고 데이터	이상·전조의 조기발견 등에 의한 안전성·생산성 향상, 보험·신용평가의 고도화 등
	생물정보학	생물 데이터	신약개발, 기능성식품, 첨단재료제조, 바이오에너지 등
	게놈 편집		
	의약품개발기술 개호 관련 기술	건강의료 데이터 개호 데이터	개별화 의약품, 독립을 위한 개호 케어 계획 등
	에너지부하설비 제어	고객 데이터	에너지 수요 대응, 관찰서비스 등
	금융기술	구매·상품유통 데이터, 금융시장 데이터	이상 조기발견 등에 의한 안전성·생산성향상, 보험·신용평가 고도화

출처: 産業構造審議会(2017)

[그림 2-3] 기술×데이터를 활용한 재화·서비스 창출

4차 산업혁명은 기술 또는 산업 간 융·복합이 가속화되고 그 결과를 예측할 수 없다는 점에서 기대와 우려가 공존한다. 모든 사물 및 데이터의 연결로 지식과 정보의 축적이 기하급수적으로 진행되고, 언제 어디서나 데이터를 사용할 수 있게 됨으로써 기술 또는 산업 간 융합이 더욱 활발히 이루어질 것이다.

기술 또는 산업 간 융합은 새로운 비즈니스 모델과 제품의 등장을 촉진하고, 이는 일자리 창출에도 기여할 것이다. 기존 산업 또는 기술에 인공지능이나 빅데이터, 사물인터넷 등의 기술이 융합되면서 새로운 산업과 상품(서비스)이 많이 등장하게 될 것이다.

또 선도 기업을 중심으로 공정혁신이 이루어지고 이것이 전 산업으로 확대되면서 근로자의 직무도 많이 변화할 것이다. 새로운 능력을 갖춘 인재가 필요하게 됨에 따라 기존 근로자의 재교육과 재배치가 필요하고, 또한 산업현장의 새로운 수요에 적합한 인재를 육성하는 데도 충분한 대응이 필요하다.

한편, 기하급수적 기술 진보로 예측 못하는 상황이 빈번하게 발생할 가능성이 커질 것이다. 경제·산업뿐만 아니라 일상생활에까지 그 변화의 폭과 속도, 방향성을 가늠하기가 쉽지 않다는 불확실성이 커짐으로써 일상생활과 노동시장에 어떠한 영향을 미칠지 가늠할 수 없다는 점에서 우려를 낳고 있다. 예를 들면, 위키피디아를 중심으로 활동하는 로봇 수가 증가하면서 서로 충돌하는 일이 발생한 바 있다. 한쪽의 로봇이 상대 로봇이 수정한 내용과 링크를 무단으로 바꿔버린 것이다. 또 미국시민자유연맹(ACLU)의 무인항공기와 경찰 무인항공기가 서로 감시하는 상황이 발생한 적도 있다.

4차 산업혁명으로 경제·사회 및 노동시장의 불확실성이 더욱 커지게 되면 사회정책이나 노동정책도 그에 맞게 변화하는 것이 필요하다.

1.2.3. 무경계화와 초연결 사회

4차 산업혁명의 기술 진보는 단순히 자동화, 로봇화를 의미하는 것이 아니다. 4차 산업혁명의 특징 중 하나는 탈경계화(boundaryless)와 초연결 사회(hyper-connected society)이며, 이는 초고속 무선통신과 클라우드 네트워크(Cloud Network)의 발전으로 가능해졌다. 또한 인공지능과 사물인터넷, 빅데이터 기술의 발전으로 이러한 특징이 더욱 지능화되고 있다.

우선 초고속 무선통신, 클라우드 네트워크 등의 디지털 기술 발전으로 시간과 공간의 경계가 무너졌다. 원격 근무 또는 모바일 근무가 확대되면서 근로자는 24시간 연락체계 및 근무 환경에 놓이게 됨에 따라 노동과 여가의 경계가 무너지고 있다. 이는 근로자의 접속 차단 권리(BMW와 폭스바겐은 취업 규칙에 명시)에 대한 논의를 촉발하고 있다. 대용량 데이터의 전송 가격이 제로에 가깝고 속도가 더욱 빨라지고 있으며, 데이터 이동만으로 다른 지역에서 제품을 생산(3D프린터 활용)하게 됨에 따라 생산체계의 글로벌화가 더욱 진전될 것이다.

다음은 기계와 IT 등 기술 융합과 상품(서비스)의 이종 결합이 증가함에 따라 제조업과 서비스업 등 업종 및 기업 간 경계가 사라지고 있으며, 생산기술직과 사무직 간의 경계도 더욱 희미해질 것이다. GE(제너럴일렉트릭)가 IT 기업임을 선언하였고 구글은 자동차와 로봇 산업에 뛰어들었다.

그리고 가상과 현실의 경계가 무너지고 있다. 초연결 사회는 온라인과 SNS, VR/AR 등을 통해 가상공간과 현실공간이 연결된다. 4차 산업혁명의 대표 브랜드라고 할 수 있는 스마트공장이 대표적 사례이다. 스마트공장은 가상(Cyber, 소프트웨어 등 시스템)과 물리(Physical, 실제 생산라인 등)가 실시간으로 통합된 가상-물리 시스템(CPS)을 기반으로 작동한다.

그리고 기계와 상품, 사람이 데이터로 연결되어 자율성과 상호작용이 가능하다. 최근 독일 기업에 'M2M'(Machine to Machine)이라는 개념이 널리 퍼지면서 논의되고 있다(EY 2016). 기계 간에 서로 자율적으로 데이터를 주고받기 때문에 '소셜(social) 기계시스템'이라 부르기도 하는 M2M은 생산과 물류 등의 가치사슬 과정을 스스로 조정하고 최적화하는 자기조직화 시스템이다. 초연결 사회로 인간의 삶과 노동, 생산 및 물류가 동시성의 특징을 갖는다.

제2절 4차 산업혁명에 따른 노동이슈

2.1. 일자리 문제

2.1.1. 노동의 기술 대체 vs 신규 고용 창출

기술 진보에 따른 이슈 중 가장 관심이 큰 것은 일자리 규모이다. 고용 문제는 사회적 파장이 클 뿐만 아니라 개인의 삶과 직결되기 때문이다. 고용 문제 논의는 전문가 사이에서 비관론과 낙관론이 팽팽한 상황이다.

비관론은 노동이 기계화·자동화 또는 디지털화로 대체되어 일자리가 줄어들어 대량실업이 사회적 문제가 될 것이라는 주장이다. 비관론의 주장은 1~3차 산업혁명이 기계화와 자동화로 생산성 제고와 가격 하락에 따른 시장 확대, 신상품 등장에 따른 새로운 수요 창출 등으로 총량적으로 일자리를 증가시켜 온 것이 사실이다. 하지만 4차 산업혁명은 이전과는 다른 양상으로 전개될 것이라고 한다. 4차 산업혁명 시대의 기술 진보는 기존의 로봇과 기계화에 인공지능과 빅데이터 기술이 더해지면서 마침내 인간의 총체적 능력(신체적 능력+인지적 능력)을 뛰어넘을 수 있다는 두려움을 내포한다. 꼭 인간의 총

체적 능력을 뛰어넘지 않더라도 4차 산업혁명 시대의 기술 진보는 새로운 시장 발굴을 통한 일자리 창출 이상으로 기존 인간 노동력을 축소시킬 것이라는 우려를 낳고 있다.

낙관론은 기술 진보가 단기적으로는 일부 직종과 총 일자리에 부정적 영향을 미쳤겠지만, 장기적으로 보면 기술 진보는 공정혁신을 통해 생산성을 높이고 시장을 확대하였으며 또한 신제품 개발을 통해 새로운 수요를 창출함으로써 총량적으로는 일자리를 늘려 왔다는 것이다.¹³⁾ 19세기 초 영국에서 일어난 ‘러다이트 운동(Luddite Movement)¹⁴⁾’에서 보듯이 역사적으로 기술적 진보가 있을 때마다 비판론은 등장해 왔지만 결국은 총 일자리가 증가하였고, 이번에도 역사를 반복할 것이라는 것이다. Autor(2015)는 자동화 등 기술발전에 따른 인력 대체 효과보다는 새로운 인력 수요를 창출하는 보완효과가 매우 크다고 강조한다.

4차 산업혁명에 따른 비약적 생산성 향상으로 일자리 증가 효과보다는 감소 효과가 더 클 것이라는 예측이 많지만, 아직은 전문가들 사이에서 논쟁이 치열한 상황이다.



출처: <https://vaviper.blogspot.kr>(<https://brunch.co.kr>에서 재인용).

[그림 2-4] 19세기 초의 러다이트 운동(Luddite Movement)

독일의 인더스트리 4.0과 주요 기술 변화를 예측한 보스턴컨설팅그룹의 Industry 4.0 보고서에 따르면, 2025년까지 독일에서 로봇과 컴퓨터 활용이 증가함에 따라 조립 및 생산 관련 일자리가 61만 개 감소하는 반면에 IT나 데이터 과학 분야에서 96만 개 일자리가 창출될 것으로 예상하였다. 생산현장의 단순 반복 과업이 로봇과 컴퓨터로 대체되면서 생산직(조립, 포장 등)과 품질 관리직, 설비보전직 등의 일자리가 감소할 것으로 전망하였다.

반면에 소프트웨어 및 IT 인터페이스 활용 증가, IT와 비즈니스 모델에서 데이터의 중요성 증대, 생산과정에 로봇 도입 증가 등으로 IT 솔루션 아키텍처, 사용자 인터페이스 설계자, 산업데이터 과학자¹⁵⁾, 로봇 코디네이터¹⁶⁾ 등의 일자리가 증가할 것으로 전망하였다. 또 지능기계 부문 시장 확대에 해당 설비 생산직 일자리가 증가할 것으로 예상되었다. 보스턴컨설팅그룹의 Industry 4.0 보고서는 고수준의 맞춤형 상품 개발, 혁신 비즈니스 모델 실행으로 새로운 시장 개척, 증강현실 구현으로 상품 판매 후 서비스 확대 및 새로운 서비스 개발 등을 통해 일자리 창출 가능성을 제시하고 있다(Lorentz et al., 2015., 류기락, 2017.에서 재인용).

글로벌 IT 자문기관 가트너는 2017년 10월 발표에서 AI의 영향으로 3년 뒤면 일자리 180만 개가 사라지고 230만 개가 창출될 것이라는 전망을 내놓았다. 순고용 창출과 감소 정도는 업종에 따라 차이가 클 것이며 일부 업종에서는 총 일자리 소실이 발생하고, 일부 시장에서는 불과 수년 동안만 순고용 감소가 이뤄질 것이라고 전망하였다. 또 헬스케어·교육 등 일부 업종에서는 순고용 감소가 전혀 일어나지 않을 것이라는 예상을 하였다.¹⁷⁾

독일 노동시장·직업조사연구소(IAB)는 독일에서 2025년까지 49만 개의 없어지는 반면에 43만 개의 일자리가 새롭게 만들어지고, 2030년까지 70만 개의 일자리가 제조업에서 서비스업종으로 전환될 것이라고 예측하였다¹⁸⁾(김기선, 2016. p.91에서 재인용).

일자리란 기술발전만으로 결정되는 것이 아니라 경제성에 따른 수요와 공급, 노사관계, 정치적·사회적 합의, 근로자의 고용가능성(Employ ability) 등 많은 변수가 복합적으로 작용한다는 점을 명심하고, 기술결정론을 과도하게 신봉하는 것은 위험하다고 하겠다.

2.1.2. 일자리(Jobs)와 직무(Tasks)의 관계

직무의 유형과 숙련도를 기준으로 기술 대체 가능성을 살펴보면 4가지 유형으로 정리될 수 있다.

(높음) ↑ 숙 련 수 준 ↑ (낮음)	③ <기술 대체 가능성 중간> • 고숙련 업무 • 정형 업무 • 예시) 회계사무, 법률사무, 통번역, 임상병리, 영상의학분석	① <기술 대체 가능성 낮음> • 고숙련 업무 • 비정형 업무 • 예시) 연구개발, 공정관리, 설비 유지 보수, 법률전문가(변호사·판사·검사), 의료
	④ <기술 대체 가능성 높음> • 저숙련 업무 • 정형 업무 • 예시) 단순조립, 계산 및 출납, 요금수납, 시설안내, 창고관리	② <기술 대체 가능성 낮음> • 저숙련 업무 • 비정형 업무 • 예시) 정육가공(발골), 청소, 간병, 육아

(낮음) → 비정형화 정도 → (높음)

자료: 한국고용정보원 작성

[그림 2-5] 직무의 숙련도와 정형화 정도에 따른 기술 대체 가능성

첫째([그림 2-5]의 ④), 단순조립, 계산 및 출납, 요금수납, 시설안내, 창고관리 등 저숙련의 정형화된 업무는 디지털화나 자동화, 로봇 등의 기술로 대체될 가능성이 높다. 더욱이 동일 사업장 내에서 해당 직무를 수행하는 종사자가 많다면 기계화와 자동화에 따른 경제적 이익이 클 것이므로 기술 대체는 가속화될 가능성이 있다. 기술개발 가능성과 함께 노동비용과 기계도입 비용의 비교를 통해 기술 대체가 결정될 것이다. ‘기술개발 측면의 기계화 가능성’과 ‘노동비용과 기계도입 비용의 비교’를 통해 기업은 노동력의 기술 대체를 결정하게 될 것이다.

둘째([그림 2-5]의 ③), 고숙련 업무이지만 정형화된 업무인 회계사무, 법률사무, 통번역, 임상병리, 영상의학분석 등은 인공지능과 빅데이터의 발달로 기술 대체 가능성이 커지고 있다. 이 경우는 직업 자체 또는 일자리가 완전히 사라지는는 않겠지만 일자리 축소는 불가피할 것으로 예상된다. 구글, 네이버

등이 통번역 서비스를 제공하고, 스마트폰에 AI통번역기가 장착되었다. 2017년도 통번역대학원 지원자가 작년보다 10% 감소했다고 한다.¹⁹⁾

셋째(그림 2-5]의 ①), 연구개발, 공정관리, 설비 유지보수, 판사·검사, 의사 등 고숙련의 비정형 업무를 수행하는 직업은 기술 대체 가능성이 낮을 것이다. 이들 직업은 인간의 정서적 판단, 불규칙적인 사건·사고(events)에 유연하게 대처하는 능력, 새로움에 대한 호기심과 용기 등 고도의 수준이 필요하다. 인공지능이 이들 전문직의 일자리를 위협한다고 하지만, 금세기 내에 이들 인간의 능력을 뛰어넘는 기술적 진전이 이루어지기는 어려울 것이다. 이들 직업은 업무에 왓슨(Watson), 로스(Ross) 등의 인공지능과 빅데이터를 활용하여 생산성을 높이는 방향으로 진행될 것이다.

마지막으로 넷째(그림 2-5]의 ②), 저숙련 직무이지만 업무가 비정형적인 업무, 즉 정육가공(발골), 청소, 간병, 육아 등의 업무는 기술 대체 가능성이 낮을 것이다. 이들 업무는 비정형적인데다가 사람의 정교한 손길 또는 감정이 필요하기 때문에 로봇이나 자동화가 쉽지 않을 것이다. 또 해당 업무는 동일한 사업장에서 다수의 근로자가 종사하는 것이 아니기 때문에 기계 도입 비용이 노동비용보다 낮아지는 속도가 더딜 것이다.

Frey and Osborne(2013)은 2010년에 존재한 직업군에 종사하는 노동자의 47%가 10~20년 사이에 자동화로 대체될 가능성이 70% 이상 된다고 예상하면서, 사라지는 업무는 정형화된 업무라고 하였다.

예컨대 택시기사 또는 화물차기사, 안내요원, 보안요원, 출납원, 렌탈사무원, 텔레마케터, 회계사무원 등의 업무는 정형적이기 때문에 가장 먼저 기술로 대체될 것이라고 한다. 더욱이 인공지능과 빅데이터의 발달로 제조생산직 등 정형화된 단순 업무 외에 변호사나 회계사, 의사(특히 영상의학과전문의) 등 전문직도 기술 대체의 위협에 처해 있다고 한다.

Frey & Osborne(2013)의 연구 모델을 독일에 적용한 한 조사 결과를 보면 미국보다 높은 59%의 일자리가 자동화로 대체될 가능성이 높은 것으로 나타났다(Bowles 2015). 김세움(2015)은 우리나라 전체 일자리 중 55~57%가 자동화로 대체될 가능성이 높은 것으로 전망했다.

그러나 직업(Jobs) 자체가 사라지기 위해서는 수행하는 직무(Tasks) 모두가 기술로 대체되어야 하기 때문에 이상의 연구에서 도출된 수치를 온전히 믿기

는 어렵다. 기술대체의 효과를 직무별로 분석한 독일연방노동사회부(BMAS)의 2015년 연구에 의하면 전체 일자리 중 12%만이 자동화의 고위험군에 속한 것으로 나타났다.

최근 우리나라에서 무인경비시스템 도입을 통한 아파트경비원 해고가 큰 사회적 이슈로 등장하였다. 2018년도 최저임금이 크게 인상되면서 이 논의는 더욱 빈번해질 것이다. 그런데 아파트경비원의 업무를 단지 내 감시 업무로만 한정한다면 기계화를 통한 인력 감축이 크게 진행될지 모른다. 그러나 아파트 경비원의 업무가 감시업무 외에 분리배출 재활용쓰레기 정리정돈 및 청소, 택배물품 관리, 주차관리, 조경관리, 그 밖에 방문객 문의 응대 등 기타 비정형적 업무를 추가로 수행하는 경우가 대부분인 것을 고려한다면 기계화가 쉽지는 않을 것이다.

더욱이 Frey & Osborne(2013), Bowles(2015), 김세움(2015) 등의 연구는 노동의 기술 대체 효과만을 분석한 것으로 신기술 도입에 따른 신규 고용 창출 효과는 고려하지 않은 한계가 있다. 즉, 노동의 기술 대체 효과와 신규 고용 창출 및 직업전환 효과가 상계(相計)되면 실제 일자리가 줄어들지 혹은 증가할지는 알 수 없게 된다. 최소한 기술 진보에 따른 일자리 감소 예측치가 과도한 것이 될 수 있다.

기술 진보는 공정혁신(대체 효과)과 상품혁신(기존 상품 수요 감소)으로 기존 일자리를 줄이기도 하지만, 반대로 생산성 증가에 따른 규모 효과와 신상품(서비스) 개발로 일자리를 늘리기도 한다([그림 2-6] 참조). 예컨대 전기자동차는 내연기관자동차에 비해 부품 수와 조립공 수가 현격히 줄어들어 부품제조 업체와 완성차 업체의 고용이 감소된다. 2016년 폭스바겐은 주력 차종을 전기차로 할 것이라는 ‘전략 2025’를 발표하였다. 2025년까지 전기차 비중을 총 생산량의 20~25%(200만~300만 대)로 확대할 것이고, 이에 따라 세계적으로 3만여 명의 종업원 감축이 예상된다고 발표하였다. 이중 독일에서만 2만 3,000명의 일자리가 없어질 것이지만, 반면에 IT 부문에서 9,000개의 새로운 일자리가 창출되어, 총 일자리는 독일 내 폭스바겐 근로자의 12%에 해당하는 1만 4,000개가 사라질 것으로 예상했다. 여기서 노사는 ‘미래 협약’을 맺어 일자리 감소의 대응 전략 중 하나로 재교육과 전환배치를 포함시켰다(Volkswagen, 2016. 김성혁 외, 2017.에서 재인용).



출처: 최강식·조운애(2013), 정진호 외(2016)에서 재인용.

[그림 2-6] 기술 진보에 따른 노동투입량의 변화

2.2. 직무 내용과 숙련도의 변화

기술 진보에 따른 직업세계 변화는 직종(occupations)의 변화보다는 직무(Tasks)의 변화가 클 것이다. 물론 앞에서 살펴보았듯이 직무의 기술 대체가 일자리 감소에 영향을 미치겠지만, 직업 자체가 사라지거나 해당 직업의 일자리가 급격히 사라지는 일은 시중의 우려와 같이 그렇게 대량으로 그리고 급격히 발생하지는 않을 것이다. 그 이유는 직업 자체가 소멸되기 위해서는 해당 직업이 수행하는 직무(Tasks) 모두가 기술로 대체되어야 하지만, 기술적 요인뿐만 아니라 사회·경제적 요인으로 쉽게 이루어지지 않기 때문이다.

직업은 인간의 욕구를 충족하고 사회 시스템을 지탱하기 위해 존재하기 때문에 자동화나 로봇만으로 쉽게 없어지는 것이 아니다. 예를 들어 교사의 업무 중 지식전달 업무는 온라인이나 인공지능으로 대체될 수 있겠으나 학생 관리, 상담 또는 학습 방법 및 사회화 활동지도 등의 업무는 기술로 대체되기 어렵기 때문이다.²⁰⁾ 또한 해당 직업이 수행하는 직무 모두가 자동화나 디지털

화로 대체될 수 있는 기술적 발전이 이루어졌다고 하더라도 노동비용에 비해 기계 도입 및 운영 비용이 높다고 한다면 기술대체는 이루어지지 않을 것이다.

직무의 변화를 분석하고 이를 인적자원개발 정책에 반영하는 것은 매우 중요하다. 공정혁신이나 인공지능·로봇의 활용성이 커지면서 직무 내용과 숙련 수준의 변화 정도가 커질 것이고, 이에 따라 근로자의 직업능력과 산업수요가 불일치되는 정도가 커질 것이다. 이 문제의 대응을 간과한다면 고용시장은 물론이고 양극화 등 사회적 문제로 확대될 것이다.

기술 진보에 따라 근로자가 수행하는 직무는 그 내용이 변화할 뿐만 아니라 숙련도에서도 변화를 보일 것이다. 직무 내용과 숙련도는 분리될 수 없는 것이지만, 논점의 명확성을 위해 굳이 둘을 분리하여 분석해 보고자 한다.

2.2.1 직무 내용의 변화

하나의 직업에 종사하는 근로자는 여러 직무를 수행하는데, 기술이 도입되면 그 직무는 여러 가지 유형으로 변화를 맞이하게 된다.

하나, 수행 직무 중 기술 도입 이후에도 그대로 유지되는 경우이다. 이는 기계로 대체하는 것이 기술적으로 어렵거나 인건비가 기술 도입 비용보다 낮을 때 발생한다(그림 2-7] 중 Task1).

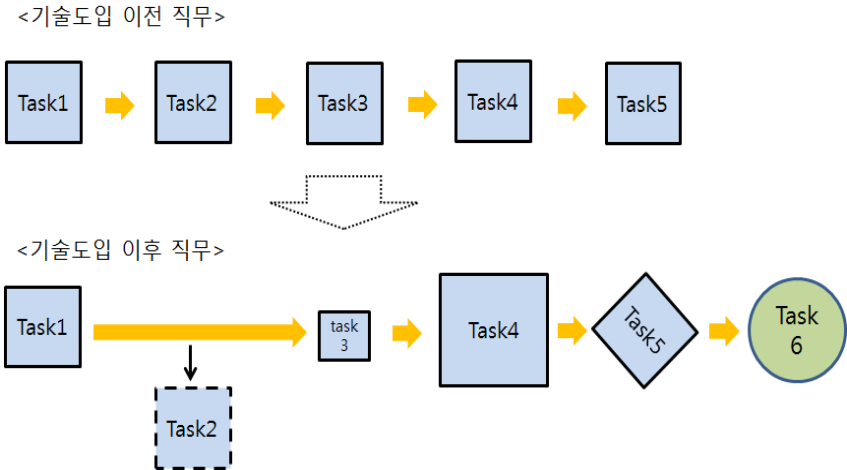
둘, 수행 직무 중 기술 도입으로 해당 직무가 기계로 완전히 대체되는 경우이다(그림 2-7] 중 Task2).

셋, 기술 도입으로 일부 역할이 축소(그림 2-7] 중 Task3)되거나 없어지는 대신에 사람의 특성이 더욱 필요한 업무는 그 비중이나 중요도가 커지는 경우이다. 예를 들어 교사가 온라인 교육 등의 확대로 단순 지식 전달 업무가 줄어들었다면 정보를 분석하는 방법이나 협력·소통 등 사회성 교육의 비중이 더욱 커질 것이다(그림 2-7] 중 Task4).

넷, 수행 직무 중 기술 도입 이후에 업무 방식과 내용이 변경되는 경우이다. 이는 타 기술과의 융·복합이나 협력로봇, 디지털기기 등을 활용하게 됨에 따라 나타난다(그림 2-7] 중 Task5).

다섯, 기술 도입으로 완전히 새로운 직무가 발생하는 경우가 있다. 예를 들어 의료 분야에 인공지능 왓슨과 의료 데이터의 활용이 커지면 의사들은 전

통적 의술 업무 외에 의료 데이터를 분석하고 인공지능의 조언을 비교하여 환자에게 설명하는 업무가 추가될 가능성도 있다([그림 2-7] 중 Task6).



자료: 한국고용정보원 작성

[그림 2-7] 기술 도입 이전과 이후의 직무 변화 양상

4차 산업혁명 시대에 직무 변화는 융·복합화와 디지털화, 로봇과 협업 등의 특징을 보일 것이다.

융·복합화는 타 분야의 기술을 도입한 제품이나 서비스의 증가에 따라 근로자들이 자기 분야의 기술 외에 타 분야 기술을 함께 이해하고 업무에 활용하는 것을 의미한다. 특히 ICT가 중심이 되어 기계, 전기, 건축 등 모든 분야와 융·복합될 것이다. 기존 공장생산라인에 IoT와 빅데이터, 인공지능 기술이 융합되어 스마트공장으로 발전하고 전자제품에 인공지능과 IoT, 모바일, 클라우드 기술이 융합되어 커넥티드 홈으로, 로봇 기술에 인공지능이 융합되어 지능형 로봇으로, 기존 자동차 기술에 인공지능과 클라우드, 빅데이터 기술이 접목되어 자율주행자동차로, 기존 도시계획에 인공지능과 IoT, 빅데이터 등이 접목되어 스마트도시로 발전하고 있다.

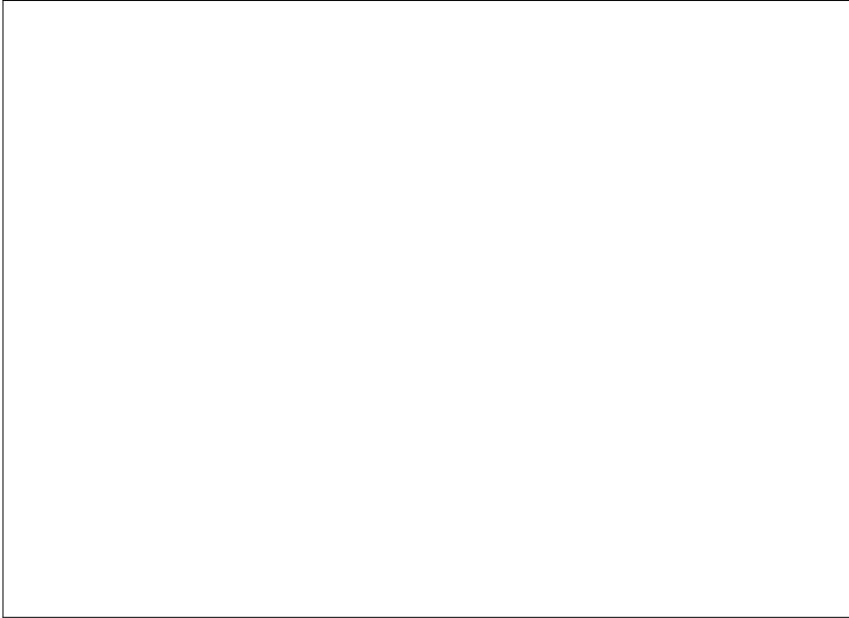


출처: www.epson.com

[그림 2-8] 엡손의 스마트글라스(Head Mounted Display)

디지털화는 업무 수행에 가상현실 글라스나 스마트워치, 태블릿 등의 디지털 기기를 사용하는 것을 말한다. 예를 들면 건축 설계나 시공 관리에 가상현실과 증강현실 기술을 도입하는 기업이 증가하고 있다. 근로자는 각종 디지털 기기를 통해 각종 수치와 작업 지시, 설계도면의 완공 모습 등 필요한 정보를 받아 작업을 수행하고, 이와 같은 작업 정보를 다른 근로자와 공유할 수 있다. 문제 해결이 어려운 경우에는 중앙센터로부터 기술 지원을 받을 수도 있다.

로봇과의 협업 증가는 협업로봇(협력로봇)인 코봇(collaborative robot)이나 인공지능의 도움을 받아 일하는 근로자가 증가하는 것을 의미한다. 제조생산 현장에서는 생산성 증가와 구인난을 이유로 코봇의 도입이 증가할 것이다. 변호사나 의사 등 전문직 직종에서는 왓슨 등의 인공지능을 활용하여 업무 지원을 받는 경우가 증가할 것이다. 그렇게 되면 중간 직능 수준의 숙련기술자와 사무직의 일자리가 축소될 가능성이 있다. 디지털기구나 협력로봇의 활용이 증가함에 따라 산업현장의 생력화와 생산성 증대가 가능한 동시에 근로자의 작업환경 개선에도 도움이 될 것이다.



출처: ABB 홈페이지

[그림 2-9] ABB의 양팔 코봇 YuMi(양팔 코봇)

2.2.2. 숙련도의 변화

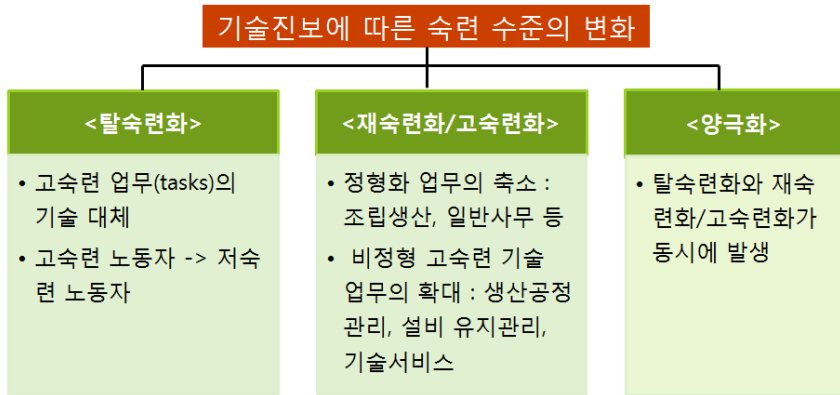
직무 내용의 변화는 근로자 숙련도에도 영향을 미친다. 기술 진보에 따른 근로자의 숙련도는 재숙련화, 탈숙련화, 숙련의 양극화 등 3가지 방향으로 나타난다.

첫째, 재숙련화는 새롭게 고숙련 업무가 증가하는 대신에 기존의 저숙련 단순 업무는 기계로 대체된다는 것이다. 지능정보기술²¹⁾의 발전으로 생산과정과 생산설비가 더욱 복잡해지고, 기계-제품-사람이 정보로 연결되면서, 근로자에게 더 숙련된 기술과 생산과정 전반에 대한 총체적 이해력, 폭넓은 책임성이 요구된다. 예컨대 세계적인 건설기계 제조업체인 볼보건설기계는 IoT를 적용하여 자율주행뿐만 아니라 여러 대가 상호작용할 수 있는 건설기계를 개발 중이다. 이것이 상용화되면 건설기계 조종사는 단순 근로자가 아닌 원격지에서 혼자 3~4대의 건설기계를 조종하고 관리하는 관리자 역할로 격상될 것이

다.²²⁾ Spath(2013)의 설문조사²³⁾에 따르면, 기업의 80% 정도가 독일 인더스트리 4.0을 실행하기 위해서는 노동자들의 더 높은 숙련화가 필요하다고 응답했다.

둘째, 탈숙련화는 재숙련화의 반대 개념으로 로봇, 인공지능 등 첨단기술로 생산과정이 자동화되고 모든 정보가 디지털화되면서 숙련기술의 필요성이 줄어들어 근로자들의 업무가 단순화되는 것을 말한다. 탈숙련화는 그동안 숙련기술자가 담당했던 업무가 정보화와 자동화의 결합으로 단순화된 부분작업으로 쪼개질 수 있다는 것이다. 예컨대 구글글라스, 스마트워치, 스마트글러브 등 기술적 보조시스템을 통해 지금까지는 복잡하고 경험적 노하우가 필요했던 전문적인 일들이 표준화되고, 형식화된 매뉴얼대로 작업을 수행하는 새로운 디지털 단순작업자들이 생길 수 있다(김성혁 외, 2017). 예를 들면 요즘 측량사는 토털스테이션이라는 디지털 측량기계를 사용하는데, 이 기계는 공간의 위치를 구하기 위한 수평각, 연직각, 사거리를 동시에 관측하여 내장된 컴퓨터를 이용하여 대량으로 계산 처리를 할 수 있고, 또 이를 이용하여 지형도를 작성할 수 있기 때문에 측량 작업에서 정밀함이나 복잡한 계산 과정이 생략된다. 예전의 측량사에 비해 생산성이 높아진 대신에 직무가 단순화되고 숙련도가 낮아졌다고 할 수 있다. 직업구조 변동을 분석한 연구를 보면 2002~2011년 직업 수가 ‘기능원 및 관련 기능 종사자’ 직종은 17.9% 감소한 반면에 ‘장치·기계조작 및 조립 종사자’ 직종은 같은 기간 13.8% 증가한 것으로 나타났다. 기능원은 수동장비나 간단한 기계장비를 이용하여 제품을 생산하는 장인(匠人) 및 수공기예성(手工技藝性) 직업이며, 장치·기계 조작원은 제품 생산에서 기계 및 장비 의존도가 높은 기계지향성(機械志向性) 직업이다(김동규, 2012).

마지막으로, 숙련의 양극화는 기술 진보로 노동의 재숙련화도 나타나겠지만 기존의 단순작업은 자동화되지 않거나 또는 새로운 저숙련 노동이 출현할 가능성도 많다는 것이다(Kurz 2015, Hirsch-Kreinsen 2015, Pfeiffer 2016). 기술적으로만 본다면 단순작업이 자동화로 대체될 가능성이 높지만, 숙련도가 낮은 단순 직무를 수행하는 근로자일수록 낮은 임금이나 외주화가 가능하기 때문에 기계 도입과 비교하여 경제적 실익이 적다면 자동화로 대체할 이유가 없을 것이다. 따라서 중간 수준의 숙련기술자가 기술 대체될 가능성이 가장 크고, 높은 숙련기술자와 낮은 숙련의 기술자만 노동시장에 남을 가능성이 있다고 한다(김성혁 외, 2017).



자료: 한국고용정보원 작성

[그림 2-10] 기술 진보에 따른 숙련 수준의 변화

재숙련화든 탈숙련화든 간에 산업현장에 기술이 빠르게 도입됨에 따라 하는 일의 내용도 빠르게 바뀔 것이다. 4차 산업혁명 선도 기업을 중심으로 증강현실(AR) 및 가상현실(VR) 기기·스마트워치·스마트글러브·모바일기기 등 디지털기기, 3D프린터 등 첨단기기를 활용하는 경우가 증가하고 있다. 코봇(collaborative robot: 협업로봇, 협력로봇)과 협업하는 사례도 증가하고 있다. 앞으로 많은 직업에서 업무 중 소프트웨어를 다루는 일의 비중이 증가할 것이다.

직무 내용과 숙련의 문제는 고용 문제와 직결된다. 산업현장에서 요구되는 직무 내용과 숙련의 변화를 알아야 기존 근로자의 재훈련이나 신규 인력양성을 통해 고용 유지 또는 창출을 할 수 있기 때문이다. 따라서 앞으로 기술진보로 산업현장에서 직무 내용과 숙련이 어떻게 변해 가는지를 구체적으로 분석하고 정리할 필요가 있다. 최근 산업현장에서 실제 이루어지는 직무를 표준화한 국가직무능력표준 개발이 일단락되었으므로, 이를 활용하여 4차 산업혁명에 따른 직무 변화를 발전시켜 나갈 수 있을 것이다.

2.3. 신산업 및 신직업의 등장

4차 산업혁명의 특징 중 하나는 정보의 기하급수적 축적과 클라우드 기술 등의 발전으로 기술 또는 산업의 융·복합이 크게 진전될 것이라는 점이다.

기술과 산업의 융·복합화가 촉진되면 새로운 기술과 제품, 산업의 등장이 활발해지고, 이를 통해 신규 일자리가 창출되고 직업구조도 변화하게 된다.

세계 10대 기업 중 IT 및 텔레콤 기업은 2006년 MS 1개 기업에 불과하였으나 10년이 지난 2016년에는 애플, 아파넷, MS, 아마존, 페이스북, 차이나모바일 등 6개 기업이 포함되었다.

4차 산업혁명 시대에 새로운 산업과 직업이 등장할 분야로는 플랫폼 기반 서비스 분야, 공유경제 분야, 기술융합 분야 등이다. 이들 분야는 서로 중첩될 수도 있는데, 기존 산업에 새로운 기술이 접목되어 플랫폼 기반으로 운영될 수도 있고, 플랫폼을 기반으로 한 공유경제 모델이 되기도 한다.

우선, 4차 산업혁명 시대에는 플랫폼 경제와 플랫폼 기업이 득세할 것이다. 디지털 기술과 네트워크를 기반으로 각 경제 주체 간에 다양한 생산과 소비가 이루어지는 것을 플랫폼 경제라고 한다. 대표적인 플랫폼 기업으로는 우버, 에어비앤비, 아마존 등이 있다. 우버와 에어비앤비는 플랫폼 기업이면서 공유경제의 대표적 기업이다. 이들 기업은 기존 숙박업이나 운송업에 플랫폼 기술과 모바일 기술을 접목하여 O2O²⁴⁾를 실현하고 있다. 이들 선도적 플랫폼 기업들은 해당 산업생태계에서 독점적 지위를 차지하고 있다. 향후 플랫폼 경제의 확대로 사회, 정치, 경제, 전반에 있어 기술적 확장과 호환성 확보에 대한 필요성이 더욱 증가할 것이다. 예를 들면, LG전자를 비롯하여 지멘스, 보쉬 등은 자사의 IoT 기반 가전제품을 아마존의 AI 비서 알렉사와 연동되도록 하고 있다.

기존 산업과 4차 산업혁명 기술이 융합하여 새로운 비즈니스 모델을 창출한 사례도 많다. 기존 산업 또는 기술에 ICT, 빅데이터 등 첨단기술과 정보가 접목되어 새로운 비즈니스가 등장하거나 O2O로 확장되고 있다.

금융분야에서는 금융기술과 IT기술을 접목하여 카카오�뱅크, K-뱅크 등 핀테크 기업들이 등장하여 기존 금융생태계를 위협하고 있다.

기존의 제조 기업들은 자사의 강점 분야에 ICT를 접목하여 서비스 부문으로 사업 영역을 확대하고 있다. GE는 주력 생산 제품에 소프트웨어 기반의 IT를 더하여 사업구조를 혁신하고 새로운 가치를 창출하고 있다. 예를 들면, 항공엔진이나 터빈에 센서를 부착하여 수집된 데이터를 기반으로 항공엔진 사후 서비스를 선제적으로 제공하고 있다. 항공기 운항 상태 정보를 기반으로 실제

와 동일한 가상엔진(Digital Twin)을 만들어 항공기 운항의 방해요소를 예측하고 사고를 예방하는 데 활용하였고, 실제 사우스웨스트항공에 적용하여 1억 달러 이상의 항공유를 절감한 성과를 냈다. 지멘스는 제품 수명주기 등 생산 공정에 대한 컨설팅 서비스를 제공하고 있다. 벤츠와 BMW, 폭스바겐 등의 자동차제조사들은 자동차(특히 자율주행자동차)를 통한 경험을 제공하는 업체로 변신 중이다.

우리나라 업체들도 4차 산업혁명 기술 도입을 통한 사업 영역 확장에 적극 나서고 있다. 현대중공업은 서비스 플랫폼을 구축하여 선박진단분석, 유지관리, 컨설팅 등의 서비스를 제공하고 있다. 두산중공업은 발전플랜트 운전 위험요소를 실시간 감시 및 진단하여 고객의 발전소 경영을 지원 및 컨설팅하는 서비스를 제공한다. 두산인프라코어는 기존 건설기계 IoT 기능을 적용하여 건설기계 관리서비스를 제공하고 있다. 웅진코웨이는 KT와 합작하여 IoT 기반의 공기청정기 제품을 생산하며 기상청으로부터 대기상태, 미세먼지, 습도 등의 정보를 받아 건강솔루션 회사로 변신 중이다. SK텔레콤은 현대건설과 함께 스마트 홈서비스를 제공하고 있으며, KT는 건설업체와 IoT를 활용한 안전 솔루션을 제공하고 있다.

새로운 산업과 비즈니스 모델의 등장은 기존 직업과 일자리를 위협하는 대신에 새로운 직업과 일자리를 만든다. GE의 2016년도 보고서에 따르면, 인공지능, 3D프린팅, 빅데이터 및 산업로봇 등 분야에서 200만 개의 새로운 일자리가 창출되고, 그중 65%는 신생직업이 될 것이라고 전망하고 있다.²⁵⁾ 보스턴컨설팅그룹은 인공지능과 로봇 배치의 일반화로 로봇 코디네이터 등 관련 분야 일자리가 4만 개 증가할 것으로 전망하였다(Boston Consulting Group, 2015).

〈표 2-2〉 일자리 변화의 역사

시기	핵심기술	기술 적용분야	대체 직업	보완 직업
19세기 초	공장제 수공업	장인 기술자의 일을 순차적인 일로 분해하여 분업화	고기술 장인 기술자	미들스킬 기능공
19세기말 이전	증기동력과 공장 기계화	공장제 수공업을 기계공정이 대체	미들스킬의 기능공 및 농장 노동자	블루칼라 노동자
20세기 초 (80년대 전)	전기동력과 공장 자동화	조립공정으로 자동화 (컨베이어 벨트)	저학력 블루칼라 노동자	고학력 화이트 칼라 노동자
20세기 말	컴퓨터 공학	컴퓨터기기에 의한 사무 자동화	고학력 화이트 칼라 사무직 노동자	고학력 연구개발전문직
21세기	SW에 의한 인공지능 지능화	지능형 SW기술에 의한 생산 공정 및 사무 지능화	고숙련 서비스 (의료, 법률 등)와 저숙련 서비스	SW개발, 융합, 창의적 문제 해결 역량

출처: 소프트웨어정책연구소(2015).

이상과 같이 신기술의 등장은 새로운 직업과 일자리를 탄생시키기도 하지만 기존 직종에서 역할이 확대되는 경우도 있다. 즉, 신기술의 등장은 기술로 대체되는 직업이 발생하는 반면에 그 빈자리를 채우는 보완 직업이 동시에 등장한다. 20세기 초, 제2차 산업혁명 시대에 전기동력과 컨베이어벨트에 의한 공장자동화로 블루칼라 숙련노동자는 단순노동자로 전락하는 듯하였으나, 기술개발과 생산성 향상을 위해 더 많은 숙련기술자가 필요하게 되었다(〈표 2-2〉 참조).

기존 숙련기술자 중에는 탈숙련화하여 비숙련기술자로 전락하는 경우도 있지만, 한편으로 다른 분야 숙련기술자의 수요를 증가시킨다는 점은 다행이다. 예를 들면 숙련된 치과기공사의 경우, 3D모델링과 3D프린팅 기술의 도입으로 수작업 숙련기술자 수요가 줄어들고 숙련기술이 필요한 직무가 필요 없게 될지 모르지만, 한편에서는 치과기공 전문 3D모델러 수요가 증가할 것이다.

GE(제너럴일렉트릭)는 미래 생산성을 높일 기술인 클라우드와 자동화 기술, 예측 분석 및 선행제어를 위한 스마트시스템 기술 등의 기술과 고객의 니즈(Needs)를 충족시킬 수 있는 기술인 기계 센서, 커뮤니케이션 기술, 3D프린팅 등에 대한 수요가 증가할 것으로 예측한 바 있다.

보스턴컨설팅그룹은 독일 제조업 분야 내 노동력의 수요는 대부분 IT와 SW 개발 분야에서 경쟁력을 가진 노동자를 대상으로 나타날 것이고, 특히 IT

및 데이터 통합 분야의 일자리 수는 11만 개(약 96%)가 증가할 것으로 전망하였다(Boston Consulting Group, 2015).

선진국 문턱에서 한참을 머뭇거리고 있는 우리나라 경제가 새로운 도약의 기회를 엿볼 수 있는 이유가 바로 4차 산업혁명의 융·복합성과 불확실성의 특징 때문이다. 기업과 개인은 창의적 아이디어와 도전으로 4차 산업혁명에서 새로운 사업 모델을 발굴하고 기업경쟁력을 키울 수 있다. 4차 산업혁명을 천우의 기회로 활용하기 위해서는 이를 선도할 우수 인재를 선제적으로 양성하고, 기존 숙련기술자를 새로운 기술 환경 변화에 적응하도록 재교육을 강화해야 한다. 역사적으로 기술 진보는 기계가 아닌 사람이 끌어 왔다는 점을 명심할 필요가 있다.

2.4. 일하는 방식의 변화

인공지능과 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 모바일 등의 기술발전으로 공간과 시간, 분야(산업, 기업, 기술) 간 탈경계화(boundaryless)가 이루어지고 있다. 기계와 상품, 사람이 온라인과 데이터로 연결되고, 가상과 물리적 실체가 가상 물리시스템(Cyber Physical System)으로 연결되는 ‘초연결 사회(hyper-connected society)’로 나아가고 있다. 탈경계화와 초연결 사회는 5G(5세대 이동통신)²⁶⁾가 상용화되면 더욱 가속화할 것이다.

‘탈경계화와 초연결 사회’라는 4차 산업혁명의 특징은 근로자의 일하는 방식을 변화시키고 있다. 디지털 기술의 발전으로 온라인 근무(모바일 근무, 원격근무)가 다양한 직종에서 증가하고 있다. 온라인 근무의 유형으로는 사업장 외의 근무를 가리키는데 재택근무(텔레워크, 교대 텔레워크(alternating telework)), 고객 소재지 근무(서비스, 판매 등), 이동 근무(비행기나 호텔 객실 등), 출장 근무(무역 박람회, 회의 참가 등) 등이 있다. 온라인 근무의 확산으로 근로시간과 여가시간 그리고 근로공간과 비근로공간의 구분이 모호해지게 될 것이다. 이에 따라 근무시간이 아닌 성과물로 평가받고 보상을 받는 시스템이 확산될 것이다. 또한 온라인 근무와 모바일 근무의 확산은 근로자 통제가 강화되거나 아니면 반대로 자율성이 높아지는 방향으로 나아갈 것이다. 그 방향성은 사회적 합의로 결정되어야 할 것이다.

그리고 디지털 기술의 발전으로 거래비용이 비약적으로 낮아지고 근로자의 실제 이동 없이 가상의 공간에서 협업이 가능해짐에 따라 생산 체계의 글로벌화가 촉진될 것이다. 기업은 외부자원(생산시설, 인력)을 저렴하게 이용하게 됨에 따라 아웃소싱 및 프로젝트 조직이 증가할 것이다.

2.5. 고용형태 변화

작업조직과 일하는 방식의 변화는 필연적으로 고용형태(employment status/type)의 변화를 동반한다. 5G나 모바일 등 ICT의 발전으로 온라인 플랫폼에 기반을 둔 서비스나 기업이 증가할 것이고, 관련 노동자도 증가할 것이다. 이러한 흐름은 플랫폼 경제, 주문형 경제(on-demand economy, 모바일 기술 및 IT 인프라를 통해 소비자의 수요에 즉각적으로 제품 및 서비스를 제공하는 경제활동), 깃경제(Gig economy), 공유경제(Sharing economy) 등 다양한 형태로 나타난다.

온라인 플랫폼에 의해 제공되는 온디맨드 서비스(services on demand)의 확산으로 플랫폼 근로자가 증가하고 있는 사례는 다음과 같다. 고객이 배달의 민족, 요기요 등의 배달주문앱을 통해 음식점에 음식을 주문하면, 이 주문내역은 배달 위탁계약을 한 배민라이더스, 바로고 등의 배달대행업체에 소속된 배달기사에게 자동으로 연락되어 고객에게 음식을 배달하게 된다. 배달기사는 배달 건수에 따라 인건비를 수령한다. 배달대행서비스나 대리운전서비스를 제공하는 온라인 플랫폼의 등장으로 대리운전기사나 오토바이배달기사가 모바일 플랫폼을 기반으로 활동한 지는 오래되었다.

또 O2O(Online to Offline) 서비스와 P2P 거래의 확산은 수요자와 공급자를 직접 연결하면서 개인이 공급자로서 시장에 참여하는 것을 용이하게 하고 있다. 근래에는 ‘크몽’, ‘오투잡’ 같은 재능판매 플랫폼이 증가함에 따라 번역, 디자인 등의 분야에서 프로뿐만 아니라 아마추어도 재능을 판매할 수 있는 장(場)이 마련되었다. 이들은 자신의 여행 경험을 판매하거나 목소리를 판매하기도 한다. 또한 자동차나 집 등 자신의 자산을 공유함으로써 공급자로서 시장에 참여할 수 있다.

이들 플랫폼 근로자나 프리랜서 또는 프로슈머는 고용주가 없는 근로자인

동시에 1인 사업자이며, 한 근로자가 여러 고용주와 계약한 뒤 일을 한다. 독립적 근로자는 전통적인 근로자(traditional employee)나 독립적 사업자(independent business)와 구분이 모호한 영역이 존재하고, 이에 따라 전통적인 노동법이나 계약법 체계에서 이들을 보호하는 데 한계가 존재하기도 한다. 이들은 자유롭게 개인 시간을 관리하면서 일을 할 수 있다는 장점이 있지만, 한편으로는 고용보험 등 공공고용안정정책으로부터 소외되고 노동법과 직업능력개발정책의 사각지대에 놓일 가능성이 높다.

2.6. 일·가정 양립, 경력개발 등 기타 이슈

기술 진보에 따라 산업화 과정에서 확립된 전통적 근로자를 대상으로 한 기업조직과 노동규범(1일 법정근로시간, 휴식시간, 근로 감독 등의 근로기준)의 변화가 불가피하다. 공유경제 및 플랫폼 경제의 확산 등으로 고용형태와 일하는 방식이 다양화하기 때문이다.

첫째, 모바일 등 디지털 기술이 업무에 적극 활용됨에 따라 근로시간 및 업무량의 과다, 일·가정 양립 등의 문제가 대두될 것이다. 디지털화는 근로자의 작업부하를 감소시키는 한편, 작업부하를 증가시키기도 한다. 독일노조총연맹에서 실시한 설문조사에 따르면, 독일에서도 노동의 디지털화가 오히려 작업부하를 증가시켰다는 대답이 더 많았다. 디지털화를 통해 전체적으로 작업부하가 “증가되었다”라는 대답이 46%, “변화 없다”가 45%였으며, “감소되었다”는 9%에 불과했다. 이는 디지털화를 통해 실시간으로 업무상황이 파악되고 수시로 지시가 내려지면서 동시에 여러 일을 처리해야 하는 등 업무량이 많아지고, 그 때문에 시간적 압박을 받기 때문인 것으로 보인다(DGB, 2016).

디지털 기술의 도입은 어떤 직무에서는 근로자의 업무 부담과 스트레스를 감소시키지만, 또 다른 직무에서는 담당 업무 수와 양을 증가시키기도 한다. 어떤 자동차 메이커에서 엔진 및 도장공장, 조립라인 등에 자동검사시스템(비전시스템)을 도입한 결과 근로자의 눈의 피로를 줄이고, 검사 시 시력의 한계를 극복하였다는 긍정적 평가를 하고 있다. 또 다른 자동차 메이커는 하이비스 등 전산시스템 도입으로 보고서 작성을 없애고, 도면 공유로 부서 간 협의

시간을 줄일 수 있었다고 한다.

반면에 보전 업무의 경우 무선전산망 설치 이후 오히려 잡다한 업무가 많아지고, 책임 맡은 장비도 늘어나 작업량이 증가하였다고 한다. 또 자동차정비소에 디지털 진단장비가 도입된 후, 기존에 한 명이 한 개의 리프트를 담당했다면 지금은 2~3개를 담당한다고 한다(김성혁 외, 2017).

둘째, 모바일 기술의 발전으로 원격근무가 가능해지고 저출산 등으로 이를 권장하는 방향으로 사회분위기가 바뀔 것이기 때문에 근로시간이나 근로감독, 보안, 사생활 침해 등의 문제가 본격 대두될 것이다. 노동과 여가의 경계가 무너짐에 따라 근무시간 외 접속 차단 권리에 관한 논의가 필요하다. 독일의 BMW와 폭스바겐의 노사는 취업규칙에 이를 명시하는 방안을 논의 중이다. 일·가정 양립을 위한 더욱 정교한 규정이 논의될 것이다.

셋째, 인공지능이 기계에 도입됨에 따라 계약관계에서 소유자와 제작자의 책임성 문제가 제기될 것이다. 예를 들면 자율주행자동차의 교통사고 시, 소유자와 제작자의 책임 문제, 자동차보험 가입 주체의 문제, 사고 발생 시 윤리적 문제 등이 발생할 수 있다.

넷째, 직업세계의 변화가 가속화하고 요구되는 직업능력이 빠르게 변화하는 상황에서 플랫폼 근로자, 파견근로자 등 사용자 없는 근로자에 대한 직업능력개발 문제가 대두될 것이다. 로봇 등 기계의 도입이 가속되면 근로자 개인에게 스스로 적응할 것을 요구하는 것이 정당하지 않을 뿐만 아니라, 생산가능인구 감소에 따라 근로자 개개인이 국가 인적자원으로서 중요성을 더하기 때문이다. 일부 전문가들은 이들 노동취약 근로자가 일정 기간 교육훈련을 받을 수 있는 권리가 보장되어야 한다고 주장하고 있다.

주석

- 3) 김성혁 외(2017)는 4차 산업혁명을 정보화 혁명의 후반기인 ‘디지털화’로 규정한다.
- 4) 사이버물리시스템(Cyber Physical System)은 현실의 물리시스템을 사이버시스템으로 전환시켜서 모의실험을 통해 최적의 상태를 추출하여, 사이버세계의 디지털기술을 현실(물리)세계에 적용한다. 즉, 디지털 기술을 활용하여 사이버시스템과 물리시스템을 결합한 것이다. 물리시스템이 사이버시스템처럼 움직이도록 하기 때문에 인간의 의도적 명령이나 명시적 개입 없이도 부품들과 기계·설비들이 스스로 상호 작용할 수 있다(분권화, 자율화, 네트워크)는 것을 의미한다. 예를 들면 인간이 출발지와 목적지를 지정하면, IoT가 전반적인 교통상황을 빅데이터로 수집하여 클라우드 서버에 저장한다. 이를 사이버세계에서 인공지능이 분석하여 최적화된 운행 경로를 알려준다. 이에 따라 현실세계인 도로에서 자율주행이 실행된다. 이럴 경우 내비게이션 안의 최적화된 사이버 세계와 사람이 이동하는 물리적 공간(현실 도로)이 일치하게 된다.
- 5) 독일 인터스트리 4.0은 사물인터넷 등의 기술을 통해 기계와 생산품 사이의 정보교환이 가능한 완전 자동생산 프로세스를 구축하는 산업 정책이다.
- 6) 스마트공장의 특징은 CPS 체계와 MES 및 ERP의 연계, 그리고 생산라인의 모듈화가 가능한 점이다.
- 7) 조사대상 경제권은 동아시아국가연합(ASEAN), 호주, 브라질, 중국, 프랑스, 독일, 걸프협력회의(GCC), 인도, 이탈리아, 일본, 멕시코, 남아프리카공화국, 터키, 영국, 미국 등 15개 권이다.
- 8) 인구 및 사회경제적 변화 동인은 작업환경의 변화와 유연근무제, 신흥시장에서 중산층의 부상, 기후변화·천연자원의 고갈·녹색경제로의 이행, 지정학적 긴장의 고조, 윤리와 개인적 이슈에 대한 신 소비층의 관심, 장수와 고령화 사회, 신흥시장에서 청년층, 여성의 커지고 있는 포부와 경력력, 급격한 도시화 등 9가지이다.
- 9) 컴퓨터 서비스 사업자 서버를 구름 모양으로 표시하는 관행에 따라 ‘서비스 사업자의 서버’로 통한다. 소프트웨어와 데이터를 인터넷과 연결된 중앙 컴퓨터에 저장, 인터넷에 접속하기만 하면 언제 어디서든 데이터를 이용할 수 있도록 하는 것이다.([‘환경 경제용어사전’(한국경제신문, 한경닷컴), 네이버지식백과(2016.5.23.)에서 재인용])
- 10) 크라우드 소싱(crowd sourcing)은 대중(crowd)과 외부발주(outsourcing)의 합성어로, 생산·서비스 등 기업 활동 일부 과정에 대중을 참여시키는 것을 말한다. 일반 대중의 아이디어나 의견 등을 모아 제품과 서비스를 만든 후 여기에서 창출되는 수익을 참여자와 공유하는 것이다.([‘시사상식사전’(지식엔진연구소), 네이버지식백과(2016.5.23.)에서 재인용])
- 11) 『The Future of Jobs』(WEF, 2016), p.7.
- 12) 『The Future of Jobs』(WEF, 2016), p.7.
- 13) DS Global은 생산성 증가 및 수익성 향상을 통해 시장을 확장하고 이를 기반으로 정규직 직원을 추가 채용하였다. 스마트공장의 도입으로 생산성이 증가하고 불량률이 감소함에 따라 투입 인력은 줄어들지만, 경쟁력 강화와 시장 확장을 통해 추가 인력을 채용할 수 있게 되었다. 스마트공장이 구축되면 흔히 대량해고를 떠올리는데 생산효율이 높아지면서 고용을 더 늘릴 수 있다(매일경제, 17.04.02).
- 14) 1811~1817년 영국의 중부·북부의 직물공업지대에서 일어났던 기계파괴 운동으로, 기계에 대한 인간의 적개심이 드러난 대표적인 사건이다.
- 15) 산업데이터 과학자는 데이터 추출 및 정비, 고급 분석학 수행, 신상품 및 생산 적용 등의 업무를 수행하며, 생산과정과 IT 시스템의 이해와 프로그래밍 기술이 필요하다.
- 16) 로봇 코디네이터는 작업장 로봇을 감독하고 오작동이나 오류 신호에 신속히 대응하는 일을 하며, 로봇 고장 시 대체 인력으로 투입되어 생산 중단에 따른 시간과 피해를 최소화하는

역할을 해야 한다.

- 17) 이태일리, ‘美 이어 中까지 인공지능 투자 달려들어… 갈길 먼 韓’, 2017.10.13.
- 18) Wolter, Marc Ingo/Mönnig, Anke/Hummel, Markus/Schneemann, Christian/Weber, Enzo/Zika, Gerd/Helmrich, Robert/Maier, Tobias/Caroline Neuber-Pohl(2015), Caroline, “Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft”, IAB Forschungsbericht, 2015.8.
- 19) 한국경제, ‘AI로 대량실직, 대안은 로봇세, 벌써 갑론을박’, 2017.3.13.
- 20) 교사의 일자리는 기술 대체보다는 교사 1인당 학생 수 등 교육정책이나 학령인구 감소 등에 더 크게 영향을 받는다.
- 21) 지능정보기술은 인공지능 기술과 데이터 활용기술을 융합하여 기계에 인간의 고차원적 정보 처리 능력(인지, 학습, 추론)을 구현하는 기술(지능정보사회추진단, 2016)
- 22) 한국경제, ‘불보건설기계, 자율주행 굴삭기 곧 상용화’, 2016.9.18.
- 23) Spath, D./Ganschar, O./Gerlach, S./Hämmerle, M./Krause, T./Schlund, S.(Hg. 2013). “Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0”. Stuttgart.
- 24) ‘Online to Offline’의 약자인 O2O는 온라인의 기술을 이용해서 오프라인의 수요와 공급을 혁신시키는 새로운 현상을 지칭한다. 21세기의 기술 혁명을 살펴보면 대부분 온라인이 오프라인 세상을 집어 삼키면서 생겨난 것을 알 수 있다. O2O의 정의는 크게 두 가지가 있다. 우선 O2O를 협의로 정의하면 전통적인 오프라인 리테일(retail) 사업에 온라인 기술을 적용하고 여기저기 흩어져 있는 다양한 옴니채널(omni-channel)을 묶어서 하나의 구매 경험을 제공하는 서비스 시스템을 만드는 것이다. 스타벅스 매장에 모바일 기술을 적용해서 줄 서지 않고 편하게 주문할 수 있는 ‘사이렌오더(Siren Order)’를 생각하면 된다. O2O를 광의로 해석하면 오프라인과 온라인이 융합되면서 일어나는 모든 서비스 혁신을 의미한다. 우리는 이미 O2O 세상에 살고 있다. 택시를 탈 때에는 우버(Uber)나 리프트(Lyft), 카카오택시(Kakao Taxi) 같은 O2O 서비스를 사용한다. 오프라인 택시에 온라인 기술을 적용한 우버는 기존 택시 서비스의 영역을 일반인이 자신의 개인 자동차까지 택시로 활용할 수 있도록 해 오프라인 세상을 변화시켰다.(네이버 지식백과, ‘21세기 혁명의 공통분모 O2O’, 커뮤니케이션북스, ‘O2O’, 2016.5.30.)
- 25) 소프트웨어공학포털(2017.3.17.), 「이슈 트렌드 연구 - 4차 산업혁명과 비즈니스의 변화」, 『2016호 웹진: 공학트렌드』.
- 26) 5G는 4G LTE보다 데이터 용량은 1,000배 많고 속도는 200배 빠른 차세대 이동통신으로 IoT, 클라우드 컴퓨팅 등의 확산으로 급증하는 데이터 이동 수요에 대응하기 위한 필수 기술이다.

제3장

4차 산업혁명에 대한 국내외 대응 현황

글로벌 저성장 국면에서 주요 국가는 스마트 제조 시스템 도입과 기술융합으로 산업 패러다임의 변화를 주도하고자 4차 산업혁명 기술을 적극적으로 활용하고 있다.

미국은 첨단기술과 자금력을 보유한 정보통신기술(ICT) 기업들이 인공지능 등 SW 플랫폼을 선점하여 산업 생태계를 재구성하고 있다. 독일은 개인 맞춤형 생산을 실현하는 스마트공장의 표준화를 통해 제조생산 시스템의 플랫폼을 장악하려 하며, 일본은 산업 경쟁력 창출뿐만 아니라 인재 육성 및 사회 시스템 정비 등을 포함한 종합적인 대응체제를 구축하고 있다. 중국은 거대한 내수시장을 기반으로 제조업의 양적 생산에서 질적 생산으로 전환을 시도하고 있다. 한편 한국의 경우 catch up 전략에서 First Mover로 전환하고, 신성장 동력을 개발하기 위해 기술혁신을 추진하고 있으나 컨트롤타워의 부재와 이해당사자 간 갈등 등으로 종합적인 대응이 늦어지고 있다.

<표 3-1>은 주요 국가의 4차 산업혁명 추진 내용을 주요 정책, 특징, 장점 분야, 추진주체 등을 중심으로 비교하여 요약한 내용이다.

<표 3-1> 주요 국가의 4차 산업혁명 추진 내용 비교

구분	독일	미국	일본	중국	한국
주요 정책	인더스트리 4.0	첨단 제조 파트너십 (AMP 2.0)	일본재흥전략, 신산업구조 비전	중국제조 2025	제조업 혁신 3.0
시기	2011.4	2013.9	2016.4	2015.5	2014.6
특징	중소기업의 혁신 참여 유도, 국제 표준화 선도	기술과 자금력 보유한 ICT 기업 주도	경제 현안 해결 및 산업구조 재편을 목표로 종합적인 대응	막대한 내수기반, 제조업의 양적 성장에서 질적 성장으로 전환	catch up 전략에서 First Mover로 전환, 신성장 동력 창출
장점 분야	자동화 설비 및 솔루션	인공지능 등 SW 플랫폼	산업용 로봇, 센서 등 기기·부품	범용적 정보통신기술	세계 최고 수준의 정보통신망과 반도체·배터리 부품기술
추진 주체	민·관 공동실행	민간 주도 정부 지원	민·관 공동주도, 공동실행	정부 주도 민간 실행	정부 주도 민간 실행
주도 기업	기존 기업	신생 기업	기존 기업	신생 기업	기존 대기업
한계	제조업 중심에서 경제 전반으로 기술발전의 시너지 제고 필요	일자리, 소득 분배 등 다양한 사회문제에 대한 종합적 대응 미흡	사회구조적 과제 해결이 어렵고 재정여력 약화 등 정부지원의 한계	빈곤, 지역격차, 노령화 등과 동시에 대응해야 하는 복잡한 상황	저조한 기초연구 투자 및 낮은 SW 융합 R&D 역량, 수직계열화로 스타트업 제약

자료: 이재원(2016)에서 재작성

제1절 독일

제조강국 독일은 신흥국의 저가 경쟁 및 기술 추격, 고령화로 생산가능인구 감소 등의 문제가 대두되면서, 연구개발과 산업의 혁신을 통해서 제조업

경쟁력을 유지하고자 하이테크 전략을 추진하였는데 2011년 ‘하이테크 2020’의 10대 핵심 프로젝트 중 하나로 채택된 것이 인더스트리 4.0이다. 정부는 인더스트리 4.0에 예산을 집행하고 이해당사자 간 조정을 적극적으로 추진한다. 정부 관련 부처의 역할을 보면 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 독일 정부 부처의 인더스트리 4.0 관련 활동

정부 부처	주제 분야
독일연방경제부(BMW)	인더스트리 4.0: 산업 지원, 융합 및 플랫폼, 기술, 혁신
독일연방교육연구부(BMBF)	연구 지원
독일연방노동사회부(BMAS)	노동 4.0: 고용, 직업능력
독일연방내무부(BMI)	정보 보안, IT 보안
독일연방교통디지털인프라부(BMVI)	인프라, 광대역 네트워크 확충
독일연방법무소비자보호부(BMJV)	소비자 보호, 정보 보호

출처 : 자무엘 그레프(2017)

차세대 제조발전 전략인 인더스트리 4.0은 제조업에 ICT를 접목하고 이를 제조업 전반의 가치사슬로 확대한다. 즉 IoT, 사이버물리시스템(CPS), 센서기술 등을 기반으로 생산 전 과정을 연결하고, 실시간 모니터링 및 피드백 기능을 통해 사물의 지능화를 꾀하여 생산성을 높인 것이다. 이는 공장 내의 생산과 정뿐 아니라, 제품 개발부터 소비와 폐기에 이르기까지의 과정을 포함하는 것으로 소비자와 소통하여 확실적인 대량생산에서 개인화된 고객의 요구사항을 반영한 대량 맞춤형 생산을 가능하게 한다. 스마트공장은 분권화·자율화·네트워크화되어 하나의 생산라인이나 장비에서 다양한 제품을 동시에 생산할 수 있는 유연한 생산체제의 구축을 기술적으로 해결하였다. 생산현장의 변화 사례를 보면 아래와 같다.

지멘스의 암베르크 공장은 반도체 부품인 시스템 컨트롤러를 생산하며, 5,000명이 근무하고 있다. 이 공장은 자동화율이 75%이며, 10여 개의 라인에서 하루 1,000개 이상의 상이한 제품을 만드는데 불량률은 0.0011%로 낮다. 수작업은 거의 찾아볼 수 없으며 노동자는 제품이나 장비 검사 및 조정 등의 일을 한다. 생산현장에는 센서를 통해 정보가 수집되고 빅데이터가 실시간으로 분석,

공유되어 현장에서 자율적으로 결정하는 데 도움을 준다. 각 제품에는 바코드가 부착되어 지능형 제품이 되고, 이들 제품은 스스로 공정을 찾아가고, 자신들의 상태를 인간과 기계에 실시간으로 전달한다. 이를 통해 작업자들은 생산의 총체적 상황을 파악하면서 실시간으로 문제 해결이 가능하다(IG Metall, 2017).

이러한 성과는 장기적으로 생산 비용을 절감해 동남아 등 저렴한 인건비를 찾아 해외로 나간 공장이 독일로 되돌아오는 리쇼어링(reshoring)으로 이어지고 있다.

인더스트리 4.0의 최종 목표는 전 국가의 스마트공장화이다. 독일 내의 모든 공장을 단일의 가상공장 환경으로 만들면 국가 단위의 생산 및 수요 예측이 가능한 21세기 공장 생태계를 실현하는 것이다. 나아가 스마트공장의 롤모델을 창출하고 이를 글로벌 표준으로 만들어 독일 산업계 전역이 ‘세계의 공장을 만드는 공장’이 될 수 있다. 표준화 과정에서 독일은 기기 및 설비의 운영체제(embedded SW 등) 개발을 주도하여 제조생산 시스템의 플랫폼을 장악할 수 있다. 독일이 주도하는 스마트공장은 효율적인 제품 생산을 지원하는 도구이자 솔루션 자체가 서비스 제품이 되어 빠르게 기존 산업 시스템을 혁신할 가능성이 크다.

독일의 인더스트리 4.0은 다른 나라의 산업 정책과 다른 몇 가지 특징을 지닌다.

첫째, 새로운 것이 아닌 기존에서의 진화 그리고 현장에서의 연계를 중시한다. 실제 전통 제조업과 소프트웨어 기술의 융합을 제조 기업이 중심이 되어 추진하는 경우가 많다. 이는 제조 현장의 복잡성과 계량화가 필요한 공정 등은 소프트웨어만 하던 기업이 해결하기에는 한계가 있기 때문이다. 대표적인 사례로 보슈는 SW플랫폼을 판매하고 있다. 엔진을 IoT로 컨트롤하기 위해서는 센서를 통해 많은 정보를 축적해야 하는데, 보슈는 그간 축적된 정보를 바탕으로 엔진 컨트롤을 위한 SW를 제작한다. 또한 농기계 회사 Class는 SW 자회사 365팜넷을 설립하여 날씨에 따른 하루 노동시간, 농작물 재고 등을 한번에 관리하고 다른 회사에서 생산하는 농기계까지 연결하고 있다.

둘째, 정부는 중소기업의 참여를 위해 2015년 Mittelstand 4.0을 통해서 특화된 사업을 마련하고 있다. 프라운호퍼 등 국책연구소는 중소기업이 바로 현장에 적용할 수 있는 다양한 기술을 보급하여 큰 비용을 들이지 않더라도 인

더스트리 4.0에 결합할 수 있도록 지원하고 있다. 또한 교육과학부와 지방정부에서도 중소기업 전용 지원 자금을 확보하고 있다.

셋째, 이해당사자와 합의를 중시하는 독일에서는 인더스트리 4.0의 일환으로 노동 4.0(Work 4.0)도 추진하고 있다. 4차 산업혁명 시기의 노동은 네트워크·디지털화·유연화되는 특징을 갖게 될 것으로 전망하고 있다. 독일 연방 노동사회부가 2015년에 발표한 노동 4.0 녹서를 중심으로 변화될 노동의 양상을 살펴보면, 먼저 기술적 숙련도가 중간 수준인 업무가 자동화되어 저숙련과 고숙련 일자리로 양분되는 고용 양극화 현상이 진행되고 있다. 다음으로 ‘정년 보장’, ‘사회보장제도를 받는 풀타임 노동’, ‘8시간제 등 규칙적인 노동시간’, ‘만족스러운 임금’ 등 표준적인 고용관계에 의한 좋은 일자리가 사라지고 인터넷을 통한 플랫폼 노동, 프리랜서, 재택근무 등 시간과 장소에 영향을 받지 않는 새로운 고용형태 및 대리기사와 퀵서비스 같은 긴 대기시간과 불규칙한 노동을 요구하는 파편화된 근로형태가 확대되고 있다. 또한 생산의 디지털화가 기계 간 상호작용뿐만 아니라 기계-노동자 간 상호작용에 반영되어야 하므로, 노동자의 정보보호 문제 및 기계에 의한 통제 문제가 발생한다. 노동 4.0에서는 이러한 문제의 해법을 유럽 지침 및 독일 국내법에 반영하도록 촉구하고 있다.

독일노조총연맹(DGB)과 독일금속노조(IG Metal) 등은 연구교육부와 경제에너지부가 추진하는 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’ 그리고 노사정에서 17개 단체로 구성된 ‘산업의 미래를 위한 연합’ 등에 참여하여 협의와 조정을 통해 경제성장과 노동의 인간화를 결합시키려는 노력을 하고 있다. 금속노조와 금속사용자협회, 기계·장비산업협회, 전기전자산업협회 간 ‘인더스트리 4.0에 대비하는 교육과 숙련화’라는 사회파트너협약도 체결되었다. 사업장 단위에서도 기술 변화에 따른 노사합의가 아래와 같이 이루어진다.

폭스바겐의 경우 디젤차 배기가스 스캔들 이후 전기차를 주력 차종으로 생산할 계획을 세운다. 그리고 2025년까지 전기차가 총 생산량 중 20~25%의 비중(200만~300만 대)을 차지할 것이며, 이에 따라 세계적으로 3만 명 정도의 일자리 감축이 예상된다고 발표한다. 이중 독일에서는 2만 3,000명의 일자리가 없어지는 것인데, IT 영역에서 새로운 일자리 9,000개가 창출되므로 총 일자리 감소는 독일 내 폭스바겐그룹 노동자의 12%에 해당하는 1만 4,000개로 전망했

다. 여기서 노사는 ‘미래협약’을 맺는다. 2025년까지 경영상 해고는 없고, 자연 감원(1960년대 전후 베이비붐 세대), 고령자 파트너십제도 활용(임금보전, 조기 퇴직), 재교육과 전환배치 등을 통해 일자리 감소에 대응한다는 방침에 합의한다(Volkswagen, 2016).

제2절 미국

미국은 첨단기술과 자금력을 보유한 민간기업이 4차 산업혁명을 선도하고 정부는 다양한 지원책을 추진하고 있다.

금융위기로 미국 경제가 직면한 소득 양극화, 실업 등의 문제를 해결하는데 서비스 위주 산업구조의 한계를 경험한 오바마 정부는 제조업의 역량 강화로 고부가가치화를 추진하기 위해 2011년 산·관·학이 참여하는 첨단제조파트너십(AMP: Advanced Manufacturing Partnership) 프로그램을 발족시켰다. AMP의 기본전략은 <표 3>과 같이 혁신기반, 인재양성, 비즈니스 환경개선 등 3개 분야를 강화하기 위한 방안을 담고 있다.

<표 3-3> AMP 2.0의 권고사항

정책	내 용
혁신기반의 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단제조 기술우위 국가 전략 수립 • 중요기술에 대한 연구개발 투자 확대 • 프로세스와 표준화 개발 • 국가경제위원회, 과학기술정책국과 연계한 국가제조혁신네트워크 구축
인재 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 민간부문의 전문가 기술인증시스템 확대 • 연방정부 직업교육 프로그램을 통한 온라인 트레이닝 및 능력인정 프로그램 개발
비즈니스 환경 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 중소 제조업체에 대한 기술, 시장 및 공급체인 관련 정보 흐름 개선 • 민간 확장투자펀드 출범, 세제 혜택 등으로 첨단 중소제조기업의 자본 접근과 관련된 리스크 감소

자료: Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee(2012), 장윤중 외(2017)에서 재인용.

AMP는 질 높은 제조업 고용 창출 및 국가경쟁력 향상에 기여하는 신기술 (제조기업의 비용 절감, 품질 향상, 제품 개발 활성화를 도모하는 ICT, 바이오 기술, 나노기술 등) R&D 투자에 목적을 두고 있고, 이를 위해 안보, 첨단소재, 로봇공학, 제조공정 등 4대 중점 영역을 선정하여 5억 달러 이상의 예산을 투입한다.

2013년 AMP 2.0을 통해 출범한 ‘국가 제조혁신 네트워크(NNMI: National Network for Manufacturing Innovation)’는 미국의 연구개발 활동을 제조업 혁신제품 개발로 연결시킨다. 네트워크의 지역적 허브 역할을 하는 제조혁신기구는 독립적 비영리기관의 컨소시엄 형태로 운영되는데, 2017년 현재 오하이오주의 3D프린팅 컨소시엄을 비롯하여 첨단 제조기술 분야의 지역별 제조혁신기구가 14개 설치되어 있다.

정부 정책은 ‘스마트 아메리카 챌린지(SAC: Smart America Challenge)’를 통해 4차 산업혁명으로 연계된다. SAC는 사이버물리시스템(CPS)을 활용해서 재난대응, 에너지, 건강관리, 환경, 운송 등 각종 사회 문제를 해결한다. 여기에는 기업, 대학, 정부기관, 비영리단체 등 100여 개 기관이 클라우드에 기반을 둔 연결망을 가지고 협력하고 있다.

SAC의 사례를 보면, 911과 같은 긴급 상황에 대처하기 위한 스마트 재난관리 시스템인 SERS2는 현실 상황을 가상에서 모아 현장에 공유·대처하는 혁신적인 대안을 제시하고 있다. 샌프란시스코의 ‘2030 지역 프로젝트’는 에너지 효율성 지표를 특정 건물을 대상으로 가상 세계에서 실시간 공유함으로써 에너지 효율을 증대시키고 있다. 맨해튼의 ‘스마트 이웃 프로젝트’는 환경 IoT를 통해 소음과 미세 먼지 등의 분포를 주민과 공유하여 개선하고 있다.

또한 정부는 기업과 밀접한 사물인터넷(IoT), 로봇공학 등에 관한 기술을 연구개발 투자 대상 기술로 선정하여 지원을 강화하고 있다. 특히 개별 기업 차원에서 접근하기 힘든 빅데이터 고도화를 위해 2012년부터 ‘빅데이터 이니셔티브’를 추진하였다. 국방부의 국방고등연구계획국(DARPA)에서 빅데이터 분석을 위한 오픈 SW를 개발하고, 민간의 창업 및 혁신이 가능하도록 정부 자료를 적극 공개하고 있다.

한편 금융 및 제도 등 기업 생태계가 선진화된 미국은 민간기업이 변화를 주도하여 독자적으로 또는 컨소시엄을 구성하여 산업용 IoT(GE), 인공지능(구

글), 3D프린팅(Stratasys) 등을 개발하고 있다.

먼저 미국 기업들은 개방된 구조로 시장 기반의 표준화 전략을 추진하며 새로운 사업모델²⁷⁾과 수익 흐름의 창출이라는 현실적 실리 추구를 목적으로 4차 산업혁명에 접근하고 있다.

구글은 2001년부터 인공지능 기업 인수 및 개발에 280억 달러를 투자하여 독자적 플랫폼을 개발하는 등 인공지능 분야를 주도하고 있다. 아마존은 키바(창고정리 로봇)와 로보스토(기증기 로봇)로 자동화된 첨단 물류센터를 운영하고 있으며, 화물용 자율주행자동차와 드론 등으로 무인 배송을 실험하고 있다. 페이스북은 가상현실 기기 전문업체인 오쿨러스를 인수하여 가상현실 콘텐츠 개발에 집중하고, 빅데이터를 분석하여 사물인식 및 텍스트 번역, SNS 분석 대화 서비스 등을 개발하였다.

다음으로 미국 기업들은 적극적인 외부 연계로 컨소시엄을 구성하여 역량 강화 및 세력 확대를 추구하며 선도적으로 시장을 점유하고 독점적 지위를 확보하기 위해서 플랫폼 선점을 추구한다.

산업인터넷 컨소시엄(IIC: Industrial Internet Consortium)은 민간의 4차 산업혁명 추진의 핵심인데 GE, AT&T, 시스코, 인텔, IBM 등 5개 기업이 조직했고 2016년 4월 현재 30개 나라, 250개 기관이 참여하고 있다. GE는 다가오는 IoT 시대에 대비하여 제품 개발, 제조 공정 등 제조업 전반에 IoT가 적용되는 산업인터넷 전략을 발표하였다. 산업인터넷은 산업 분야에 IoT를 접목해 제품 진단, SW솔루션결합 등을 통해 기존 생산설비나 운영체제의 최적화 실현을 목표로 한다. GE는 세계 최초로 산업인터넷 운영체제인 Predix를 개발하여 11만 명의 외부 개발자가 플랫폼에 등록하였고 100개 이상의 앱이 운영되고 있다.

Open Interconnect Consortium(OIC)²⁸⁾은 산업용뿐만 아니라 모든 IoT 기기의 상호 접속성 표준통신체계를 형성하는데 시스코, 인텔 등이 주도하고 있고 세계적으로 150개 회사가 참여하고 있다.

문제점을 살펴보면, 주주 자본주의 원리를 추구하는 미국에서 디지털 기술에 기반을 둔 4차 산업혁명은 승자독식의 폐해가 발생할 수도 있다. 구글, 애플, 페이스북, 아마존, 마이크로소프트 등 소수의 ICT 기업이 새로운 산업 생태계의 플랫폼을 장악하여 기술 종속이 심화되면 국가 간, 기업 간, 지역 간 새로운 격차가 형성될 수 있다. 결과적으로 경쟁에서 도태되거나 불이익을 받

는 중소기업, 실직자, 플랫폼노동의 독립자영업자(특수고용노동자)의 거대한 풀이 형성되어 사회양극화를 확대할 수 있다. 이와 같이 사회보장 시스템이 취약한 조건에서 디지털 기술혁신은 새로운 사회문제가 될 수 있으므로 고용친화적 기술 도입, 교육·훈련과 재배치, 사회안전망 마련 등의 정책과 병행해서 추진할 필요가 있다.

<표 3-4> 4차 산업혁명을 주도하는 미국의 민간기업 협의체

명칭	IIC	Allseen Alliancde	OIC	Thread
목적	산업인터넷과 IoT의 보급 추진	IoT에 대한 연속적인 정보공유와 자능적 정보운용을 실현하기 위해 업계 횡단적인 공동시책 추진	다양한 산업분야에서 광범위한 응용이 가능한 표준통신 프레임워크를 정의	가정 내에서의 주변 기기 보안 및 상호운용을 위해 홈오토메이션 NW프로토콜 설계 및 개발
개요	GE 주도로 출범. 산업인터넷과 IoT 적용으로 혁신 가속화하고 정보교환하는 오픈 포럼추진	AllJoin 오픈소스 프로젝트를 계기로 조직화	IoT 기기의 상호운용성을 촉진하기 위해 표준 규격의 오픈소스 적용 제공	대응제품 개발을 위한 SW키트 제공. 무선규격 802.15.4를 기초로 한 메시NW 구축
설립	2014	2013	2014	2014
참가	163개 사	159개 사	79개 사	127개 사
대표 기업	GE, AT&T, 시스코, 인텔, IBM	MS, 퀄컴, 실리콘이미지, LG전자	시스코, GE, 인텔, 미디어텍, 삼성	델타타, 네스트랩스, 프리스케일

자료: 하원규·최남희(2015), 제4차 산업혁명. 장운종 외(2017) 재인용.

제3절 일본

〈표 3-5〉 신산업구조비전: 제4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략 구성

1. 지금 무슨 일이 일어나고 있는가?
2. 기본 전략
3. 제4차 산업혁명에 의한 사회변혁과 산업구조의 전환
4. 제4차 산업혁명에 의한 고용구조 전환
5. 산업구조·취업구조 추산
: 산업별 명목 GDP 성장률, 직업별 종사자 수 등을 정량적으로 전망
6. 상세전략
 - (1) 데이터 이용·활용 촉진을 향한 환경정비
 - (2) 인재육성·확보, 고용시스템의 유연성 향상
 - (3) 이노베이션·기술개발 가속화(「Society 5.0」)
 - (4) 파이낸스 기능 강화
 - (5) 원활한 산업구조·취업구조 전환
 - (6) 제4차 산업혁명의 중소기업, 지역경제로 파급
 - (7) 제4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화

자료: 經濟産業省(2016), 과학기술정책연구원(2017), ‘동향과 이슈’ 제30호에서 재인용.

일본은 다보스포럼에서 ‘4차 산업혁명’ 개념이 제시된 후 정부 차원에서 이 개념을 적극 수용해서 정책에 반영한 첫 국가이다. 일본의 대응은 미국과 독일에 비해 늦었지만 민관 합동으로 국가 차원의 4차 산업혁명 대응을, 경제현안 해결(장기 침체, 고령화와 인구감소)과 제조혁신 기회로 활용하여 생산시스템 고도화에 그치지 않고 교육, 노동, 금융 등 경제사회 전반의 국가 개혁을 제시하여 아베노믹스에서 부진했던 구조개혁 차원에서 추진하고 있다.

아베노믹스 3대 경제정책(금융, 재정, 성장) 중 성장정책을 담은 핵심 전략 문서인 “일본재흥전략” 2016년 판은 부제를 ‘제4차 산업혁명을 향하여’로 붙이고, 제4차 산업혁명 관련 내용을 다수 반영하여 최근 기술적 변화에 대응하고 있다. 여기서는 민관 전략 프로젝트 10개 중 하나가 제4차 산업혁명의 실현이고, 다른 4개의 핵심 시책에도 제4차 산업혁명 관련 내용이 다수 반영되었다.

경제산업성은 2016년 4월 ‘신산업구조 비전: 제4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략’에서 본격적인 4차 산업혁명 대응 전략을 제시하였다. 이는 신산업구조부회에서 관계부처와 공동으로 제작된 대응전략으로 주요 의제를 보면 〈표 3-5〉와 같다.

먼저 4차 산업혁명의 이해에서는 변화의 동인이 되는 핵심 기술을 정의하고 부가가치의 원천인 데이터와 이를 활용할 수 있게 하는 비즈니스 모델의 역할을 강조한다. 특히 4차 산업혁명의 핵심 기술을 IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇으로 규정하고, 제4차 산업혁명을 이 공통 기반기술이 부문별 기술(금융, 의약, 생산 등) 및 데이터와 결합하여 새로운 제품과 서비스가 만들어지는 현상으로 이해한다. 여기서 일본의 강점인 로봇산업을 특화시켜 공장자동화, 간 호보조 같은 기존 제조공장 효율화나 요양원 건강관리 등에 활용하고 있다.

다음으로 산업구조 변화 전망에서는 현상 방치와 변혁 등 2개 시나리오로 2030년 부문별 GDP 성장률 등 산업구조 변화를 추정하였다. [그림 3-1]은 전 산업을 총 원료 분야, 프로세스형 제조, 고객대응형 제조, 노무·기술제공형 서비스, 정보 서비스, 응대형 서비스, 인프라 네트워크, 기타 등 8개 부문으로 구분하여 변화를 전망하고 있다.

또한 고용구조 변화 전망에서는 현상 방치와 변혁 등 2개 시나리오로 2030년 직종별 종사자 수를 전망하였다. [그림 3-2]는 전체 직업을 상류 공정, 제조·조달, 영업판매, 서비스, IT 업무, 사무 업무, 기타 등의 직종으로 구분하여 인공지능, 로봇 등으로 인한 직종별 영향을 추정하였다. 상류 단계(경영 기획, 상품기획, 마케팅, R&D)에서는, 새로운 비즈니스가 확대되어 고도 기술 업무가 증가하고 데이터 과학자 등을 지원하는 중간 기술 업무도 증가한다. 제조·조달에서는, IoT, 로봇 등에 의해 자동화·무인화 공장이 일반화되어 제조 업무가 감소하고, IoT를 도입한 공급망의 자동화·효율화로 조달 관련 업무도 감소한다. 영업·판매에서는, 저부가가치 영업·판매 업무는 감소하고, 안심(안전)이 매매의 결정요인이 되는 상품·서비스 등의 영업·판매 업무는 증가한다. 서비스에서는, 저부가가치 단순서비스 업무는 감소하고 사람의 직접 대응이 서비스의 질과 가치 향상으로 이어지는 고부가가치 서비스 업무는 증가한다. IT 업무에서는 새로운 비즈니스를 창출하는 고도의 기술은 물론이고 대량 맞춤 주문화로 중간 수준 기술 업무도 증가한다. 사무 업무는 AI와 글로벌 아웃소싱으로 대체되어 감소한다.

분야	시나리오 모습	명목 GDP 성장률		종사자수		노동생산성	
		현상방치	변화	현상방치	변화	현상방치	변화
1. 중 원료 분야	경제성장에 따른 성장	+0.0%	+2.7%	-81万人 -71万人 (278万人)		+2.3%	+4.7%
2. 프로세스형 제조 분야	규격품의 생산 효율화와, 광범위하게 활용가능한 신소재 개발 생산 사이클을 통한 성장	-0.3%	+1.9%	-58万人 -43万人 (152万人)		+2.9%	+4.2%
3. 고객 대응형 제조 분야	대형 소비자 중심과 서비스화 등에 의한 새로운 부가가치 창출과 부가가치 확대, 종사자수 감소 속 축소	+1.9%	+4.1%	-214万人 -117万人 (775万人)		+4.0%	+5.2%
4. 노무, 기술재공형 서비스 분야	고객정보를 활용한 서비스의 시스템화, 플랫폼화의 주도의 지위 확보, 부가가치 확대	+1.0%	+3.4%	-283万人 -48万人 (2026万人)		+2.0%	+3.6%
5. 정보 서비스 분야	제4차 산업혁명의 핵심을 담당하고 있는 성장부문으로 부가가치 종사자수가 큰 폭으로 확대	+2.3%	+4.5%	-17万人 +72万人 (641万人)		+2.5%	+3.8%
6. 융대형 서비스 분야	고객정보를 활용한 잠재 수요 등을 통해 지역 시장이 확대되고, 부가가치 및 종사자수 확대	+1.2%	+3.7%	-80万人 +24万人 (654万人)		+2.1%	+3.5%
7. 인프라 네트워크 분야	시스템 전체의 질적 고도화와 공공포용 향상, 기타 서비스와의 융합으로 다른 분야 진출을 통한 부가가치 창출	+1.6%	+3.8%	-53万人 -7万人 (388万人)		+2.6%	+4.0%
8. 기타	사회보장분야 등에서 AI나 로봇 등에 의한 효율화가 진행되고, 종사자수 증가 억제	+1.7%	+3.0%	+51万人 +28万人 (1421万人)		+1.5%	+2.9%
합계		+1.4%	+3.5%	-735万人 -161万人 (6334万人)		+2.3%	+3.6%

자료 : 經濟産業省(2016). 과학기술정책연구원(2017), '동향과 이슈' 제30호에서 재인용.

[그림 3-1] 산업구조 변화 추정: 산업부문별 GDP 성장률, 종사자 수 변화

직업	변화 시나리오 모습	직업별 종사자수		직업별 종사자수(연율)	
		현상방치	변화	현상방치	변화
1. 상류공정	경쟁 및 상품기획, 마케팅, R&D 등의 새로운 비즈니스를 담당하는 핵심인재 증가	-136万人	+96万人	-2.2 %	+1.2 %
2. 제조 및 조달	AI, 로봇으로 대체가 진행되고 변화의 성공 여부를 불문하고 감소	-262万人	-297万人	-1.2 %	-1.4 %
3. 영업 판매(낮은 대체율)	고도의 컨설팅 기능이 경쟁력 원천이 되는 상품 및 서비스 등 영업 판매를 담당하는 업무 증가	-62万人	+114万人	-1.2 %	+1.7 %
4. 영업 판매(높은 대체율)	AI, 빅데이터로 효율화 및 자동화가 진행되고, 변화의 성공여부를 불문하고 감소	-62万人	-68万人	-1.3 %	-1.4 %
5. 서비스업(낮은 대체율)	사람이 직접 대응하는 서비스의 가치가 높아져서 고부가가치 서비스로 담당하는 업무 증가	-6万人	+179万人	-0.1 %	+1.8 %
6. 서비스업(높은 대체율)	AI와 로봇으로 효율화, 자동화가 진행, 감소 *현상 방치 시나리오에서는 고용의 장으로 적게 증가 제조업 IoT화, 보안강화 등 산업 전반에 IT업무 수요가 늘어나고, 종사자수가 증가	+23万人	-51万人	+0.1 %	-0.3 %
7. IT업무		-3万人	+45万人	-0.2 %	+2.1 %
8. 사무업무	AI, 글로벌 아웃소싱으로 대체가 진행되고, 변화의 성공여부를 불문하고 감소	-145万人	-143万人	-0.8 %	-0.8 %
9. 기타	AI 및 로봇으로 효율화 및 자동화가 진행되며 감소	-82万人	-37万人	-1.1 %	-0.5 %
합계		-735万人	-161万人	-0.8 %	-0.2 %

자료 : 經濟産業省(2016). 과학기술정책연구원 '동향과 이슈'(2017) 제30호에서 재인용.

[그림 3-2] 고용구조 추산 결과: 직업별 종사자 수

일본의 4차 산업혁명 추진체제는 ‘로봇혁명 이니셔티브’, ‘IoT 추진 컨소시엄’, ‘IVI(Industrial Value Chain Initiative)’ 등과의 협력하에 4차 산업혁명 관련 민관 협력체제가 구축되어 있으며, AI 연구의 컨트롤타워로서 ‘인공지능기술전략회의’가 설치되었다. 4차 산업혁명 총괄 정책 논의의 장은 ‘신산업구조부회’를 중심으로 하되, 정책 결정의 컨트롤타워로서 정책 추진의 일관성과 집중화를 위해 총리가 직접 관장하는 ‘미래투자회의’가 있다. 여기서 경제산업성은 신산업구조부회의 간사 격으로 4차 산업혁명을 대비한 신산업구조비전 작성에 적극적인 역할을 수행한다.

제4절 중국

글로벌 금융위기 이후, 세계는 저성장이 정상 상태가 되는 뉴노멀 시대로 접어들었고 중국경제의 성장세도 꺾이기 시작하였다. 중국은 세계의 공장이 되었지만, 품질 경쟁력이 동반되지 못한 양적 성장은 지속적인 중국의 인건비 상승 및 선진국의 제조업 회귀 정책에 따라 위기에 처할 수 있다. 이에 대응하여 2013년 출범한 시진핑 정부는 경제발전 패러다임을 제조대국에서 제조강국으로 전환하여 양적 성장에서 질적 성장으로 도약을 추진하고 있다. 이를 위해 중국은 저임금 노동집약적 수출 주도 성장에서, 임금 상승을 수용하면서 내수 확대에 기초한 혁신주도 성장으로 전환하고 있다.

중국은 독일의 인더스트리 4.0을 벤치마킹하여 국가 전략인 ‘중국제조 2025’와 ‘인터넷+’ 전략을 도입하고, 정부의 강력한 리더십과 규모의 경제가 가능한 내수시장을 바탕으로 4차 산업혁명을 추진하고 있다.

‘중국제조 2025’는 향후 30년간 중국의 장기 발전방향 중에서 1단계(2015~25) 과제를 제시한 것이다. 2025년까지의 목표는 ‘제조업 역량 및 혁신 능력 강화’, ‘생산성 제고’, ‘제조업과 ICT의 융합’, ‘글로벌 제조강국 대열 진입’ 등이다. 목표 달성을 위한 5대 중점 프로젝트로 ‘국가 제조업 혁신센터 설립’, ‘스마트 제조 확산’, ‘공업기반(부품, 소재, 기초기술) 강화’, ‘녹색 제조혁명’, ‘고급장비 혁신’ 등을 추진하고 있다.

〈표 3-6〉 ‘중국제조 2025’ 정책의 구성과 주요 내용

구분	주요 내용
이념	① 혁신 드라이브형 ② 품질 우선 ③ 친환경 발전 ④ 구조 업그레이드 ⑤ 인재 중심
전략적 목표	1단계 : 10년간의 노력으로 제조강국 반열에 오른다. 2단계 : 2035년까지 중국 제조업은 세계 제조강국의 중등 수준에 도달한다. 3단계 : 2049년까지 제조업 대국으로서의 지위를 공고히 하여 글로벌 제조강국 선두에 오른다.
전략적 과제	1) 제조업 혁신 역량 강화: 제조업혁신센터(산업기술연구기지) 구축 2) 정보화와 산업화의 융합 발전 도모(지능형 생산시스템 구축 사업) 3) 산업 기초역량 강화(산업기지 경쟁력 강화 사업) 4) 고품질 브랜드 구축 5) 친환경 제조(친환경 생산 사업) 6) 핵심 분야 발전 추진(첨단설비 도입 사업) 7) 제조업 구조조정 확대 시행 8) 서비스형 제조업과 생산형 서비스업 발전 도모 9) 중국 제조업의 글로벌화 추진

자료: 国务院(2015.5.8.), 「‘중국제조 2025’ 발표에 관한 국무원 통지’(강지연 번역본, 내부용)에서 재인용.

‘중국제조 2025’는 또한 신세대 정보기술, 최첨단 디지털 제어장치와 로봇, 해양 엔지니어링 설비 및 첨단선박 등 10대 핵심 기술을 아래 〈표 3-7〉과 같이 제시하였다.

2015년 국무원은 〈인터넷+ 적극 추진에 관한 행동 지도의견〉을 발표하였다. ‘인터넷+’를 통해서 산업 간 경계를 허물고 거대한 확장성을 구축하는 한편 사회의 재구조화를 시도하기 위한 창업·혁신, 제조, 농업, 에너지, 금융, 민생, 물류, 전자상거래, 교통, 생태환경, 인공지능 등 11개 분야를 제시하고 인터넷 융합을 추진한다. 각 분야 ‘인터넷+’는 IoT, 빅데이터 등을 활용하여 데이터 수집, 분석, 의사결정이 이루어지는 4차 산업혁명의 특징을 포함하고 있다. 예를 들어 ‘인터넷+농업’의 경우 ‘환경 감지’, ‘실시간 감독’, ‘자동제어’가 가능한 네트워크 시스템 구축이 과제로 제시된다.

중국의 향후 30년간 장기발전전망 2단계 정책(2025년 이후)은 ‘중국제조 2025’와 ‘인터넷+’를 통합하고 4차 산업혁명을 직접적, 본격적으로 추진하여 중국 산업의 도약을 이룩하는 것이다. 이를 위해 공업화와 정보화의 융합, IoT, 빅데이터, 인공지능의 발전에 초점을 맞추고 대중창업·만인혁신의 활력을 일

으키고자 한다.

혁신창업과 산업생태계의 변화는 경제특구인 선전(深圳)이 주도하고 있는데, 등록된 기업이 86만 개 사에 이른다(2014년 기준). 하드웨어의 실리콘밸리라고 부르는 선전은 세계 최대 규모의 전자제품 생산 인프라와 선진 스타트업 프로세스가 결합되어 있으며, 스타트업을 지원하기 위한 다양한 인프라(제조 클러스터, 부품 조달, 창업을 도와주는 100여 개의 액셀러레이터, 창업지원기관 등)가 구축되었고 중국 2대 주식시장이 위치하여 자금조달이 가능하다.

<표 3-7> 중국 제조 2025의 10대 핵심 기술

중점 분야	관련 산업 키워드
신세대 정보기술	반도체 설계와 제조기술, 5G, 클라우드 컴퓨팅, 센서, 빅데이터
최첨단 디지털 제어장치와 로봇	NC 제어, 디지털 공장기계, 고기능 로봇
해양엔지니어링 설비, 첨단 선박	해양 작업선, 수중 작업 로봇
성(省) 에너지와 차세대 자동차	전기자동차, 연료전지차, 저탄소자동차, 전지, 충전소
신소재	고분자 재료, 나노기술 응용 재료, 고성능 복합재료
농업기계	수확 기계 등 농업 설비
항공	여객기, 엔진, 무인기, 내비게이션, 항공 복합재료
철도·교통	고속철도, 궤도 교통
전력	태양광발전, 풍력발전, 원자력발전
바이오 의료, 첨단 의료설비	신형 백신, 현대 한방, DNA 분석

자료: 하원규·최남희(2016), “제4차 산업혁명”

산업계에서 4차 산업혁명을 이끌어 가는 기업은 <표 3-8>의 BAT로 상징되는 바이두, 알리바바, 텐센트 등 3대 선도 기업군과 쌍창²⁹⁾으로 불리는 신기술 스타트업들이 있다. 세 기업은 인터넷이 도입되던 시기에 창업하여 세계적인 기업으로 성장하였으며 향후 성장잠재력도 크다. 이들의 미래발전 가능성이 큰 이유는 전자상거래를 비롯해서 중국 경제의 디지털 전환 여지가 크기 때문이다.

중국의 제조강국 발전모델과 BAT의 비즈니스 모델은 상생적 선순환 관계에 있다. 과거 제조대국 성장모델에서는 외국 기업 투자유치로 첨단기술을 도입하여 중국의 풍부한 노동력을 투입하여 수출 주도 성장을 했지만, 최근 제조강국 발전모델에서는 ‘거대한 내수시장’과 ‘정부의 정책지원’, ‘해외 기술기업 M&A’를 기반으로 민영기업이 기술혁신을 가속화하는 성장패턴으로 전환하고 있다. 이에 따라 BAT처럼 내수시장을 주력시장으로 기술력을 키우는 기업이 성장을 주도하고 있다. 이는 치열한 글로벌 경쟁에 노출되지 않고 안방 효과가 있는 국내 인터넷 시장에서 안정적인 수익을 확보하고, 그 재원을 활용하여 신사업, 신기술로 급속하게 확장해 나가는 사업모델이다.

〈표 3-8〉 BAT의 진출 분야

구분	바이두	알리바바	텐센트
사업 분야	검색, 클라우드, 스마트카, 모바일결제(바이두월렛), 증권, 보험, 공모펀드	전자상거래 전자결제(위챗페이)	모바일 메신저, 게임, 전기차, 인터넷은행(위뱅크, 마이뱅크), 자산관리서비스, 신용대출서비스, 증권, 보험, 공모펀드
설립	2000년 1월	1999년 4월	1998년 12월

자료: 한승희(2016.6.15.).

제5절 한국

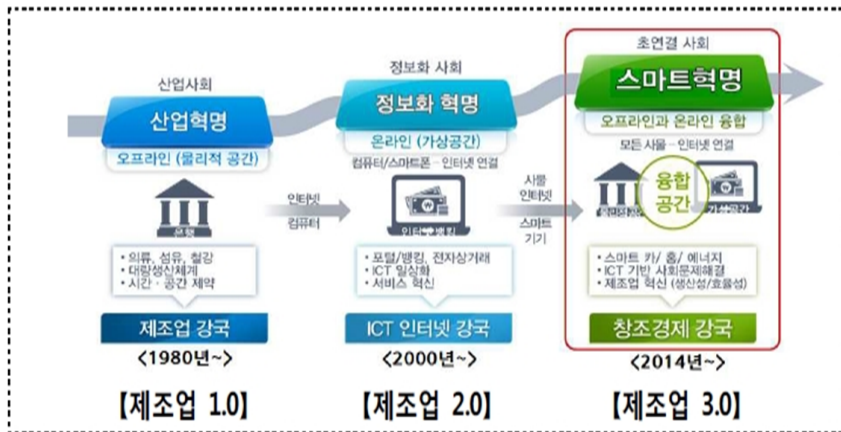
한국은 세계적 제조업 패러다임의 변화 흐름과 금융위기 이후 경쟁국가에서 제조업 지원정책이 강화됨에 따른 위기의식으로 독일의 스마트공장을 벤치마킹하여 제조업 혁신 3.0 전략을 추진해 왔다. 특히 주력산업이 성숙기에 진입하고 신성장 동력은 미흡한 가운데 2년 연속 수출이 마이너스 성장을 기록한 2016년부터 새로운 경제 활력 어젠다로 4차 산업혁명이 본격적으로 제기되었다.

그러나 4차 산업혁명이라는 용어의 정확한 개념과 국가 차원의 종합적 전략이 부재한 가운데, 민간 대기업이 각개 약진하고 있고, 정부는 부처별로 대

응하고 있다. 산업통상자원부는 2014년 6월 「창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략」을 발표했다. 주요 내용을 보면 한국의 제조업은 40년간 국부, 고용, 혁신 창출의 원천이었지만 제조업 패러다임의 변화에 맞추어 새로운 진화 전략이 필요한 시점이므로 IT·SW 융합으로 융합 신산업을 창출하여 새로운 부가가치를 만들고, 선진국 추격형 전략에서 선도형 전략으로 전환하여 한국형 제조업 경쟁우위를 확보하겠다는 것이다.

〈표 3-9〉 한국 제조업의 혁신 패러다임 변화

단계	제조업 혁신 1.0	제조업 혁신 2.0	제조업 혁신 3.0
내용	경공업 중심 수입대체형 전략	조립·장치산업 추격형 전략	융합신산업 선도형 전략



자료: 산업통상자원부(2014).

한국은 '인더스트리 4.0'을 '제조업 혁신 3.0'으로 벤치마킹하였고, 스마트공장이라는 개념을 독일과 같이 사용하고 있다. 그러나 서구의 1차 산업혁명을 겪지 않은 한국은 산업화 역사를 독일의 4단계와는 달리 제조업 1.0(1980년대 이후), 2.0(2000년대), 3.0(현재 기술융합 시대)의 3단계로 구분하였다(〈표 3-9〉 참조).

제조업 혁신 3.0의 주요 내용은 3대 전략과 6대 과제로 제시되었다(〈표 3-10〉 참조). 3대 전략 중 첫 번째 전략인 '융합형 신제조업 창출'은 IT·SW 융·복합을 통해 생산공정과 제품이 전통 제조업과 차별화되는 첨단 제조업으

로 혁신한다. 이를 위해 1조 원 규모 재원을 조성하고, 민관공동 추진단을 구성하여 2020년까지 중소·중견기업 1만 개 공장(제조업 공장의 3분의 1, 20인 이상 사업장 기준)에 스마트화를 맞춤형으로 진행하는 목표를 발표한다. 융합 성장동력으로 13대 미래 산업, IT 기반 에너지 신산업 등 제조업과 IT가 융합된 미래 먹거리 산업을 제시한다. 두 번째 전략인 ‘주력산업 핵심역량 강화’는 한국이 약한 핵심 소재·부품, 엔지니어링, 디자인, SW 등 고부가가치 부문 경쟁력을 강화한다. 세 번째 전략인 ‘제조혁신기반 고도화’는 제조업 패러다임 변화에 대응하여 인력·입지·R&D 등 제조혁신 기반을 고도화한다(혁신산단, 동북의 R&D허브, 중소·중견기업 공동 R&D).

〈표 3-10〉 제조업 혁신 3.0의 3대 전략 6대 과제

3대 전략	6대 과제	후속 대책
융합형 신제조업 창출	① IT·SW 기반 공정혁신 ② 융합 성장동력 창출	<ul style="list-style-type: none"> • 13대 산업엔진별 세부 추진계획 • 에너지·기후변화 대응 신산업 창출 • 스마트공장 보급·확산 추진계획
주력산업 핵심역량 강화	③ 소재·부품 주도권 확보 ④ 제조업의 소프트웨어 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업 소프트웨어 강화 종합대책
제조업 혁신기반 고도화	⑤ 수요맞춤형 인력·입지 공급 ⑥ 동북아 R&D 허브 도약	<ul style="list-style-type: none"> • SC 강화 등 산업인력 양성체계 개편 • 동북아 R&D허브 도약 전략

자료: 산업통상자원부(2014.6.26.).

〈표 3-11〉 산업통상자원부의 12대 신산업과 2025년 주요 발전 목표

구분	12대 신산업
1. 시스템 산업	☞ 여타 기술·산업과 융·복합되어 플랫폼으로 발전 ① 전기·자율차 ② 스마트·친환경선박 ③ IoT 가전 ④ 로봇 ⑤ 바이오헬스 ⑥ 항공·드론 ⑦ 프리미엄 소비재
2. 에너지 산업	☞ 신기후체제 등 환경의 경제이슈화에 대응 ⑧ 에너지신산업(신재생·ESS·AMI 등)
3. 소재부품 산업	☞ 시스템·에너지산업의 공통 핵심 기반이 되는 고부가산업 ⑨ 첨단 신소재 ⑩ AR·VR ⑪ 차세대 디스플레이 ⑫ 차세대반도체

구분	2025년 주요 발전 목표
전기차·자율주행자동차	전기수소차 35만 대 수출, 레벨 4 자율주행자동차 시대 진입
스마트선박	LNG 추진선 등 친환경 선박 점유율 70%로 확대
IoT 가전	IoT 등을 활용한 가전수출 200억 달러 달성
로봇	로봇산업 생산 10조 원, 수출 40억 달러 달성
바이오헬스	의료정보 빅데이터화를 통해 디지털 헬스케어 플랫폼 선점
항공·드론	상업용·고기능·중대형 무인기 시장 30억 달러 창출
프리미엄 소비재	‘설화수’와 같은 글로벌 매출 1조 원 프리미엄 브랜드 15개 창출
에너지산업	신재생 수출 200억 달러, 스마트미터 보급 2,200만호 확대(2020년)
첨단신소재	탄소소재, 타이타늄 등 경량·친환경 첨단 소재 수출 230억 달러
AR·VR	매출 1,000억 원 이상 전문기업 100개사 창출
차세대 디스플레이	OLED로 주력품목 전환(매출액 비중 75%)
차세대 반도체	저 전력·초경량·초고속 시스템 반도체 세계시장 점유율 10% 달성

자료: 신산업민관협의회(2016).

산업통상자원부는 2016년 4월 ‘신산업 민관위원회’를 설치하고, 12월 「4차 산업혁명 시대 신산업 창출을 위한 정책과제」를 발표하였다. 3개 산업군과 12대 신산업 중심 산업구조 고도화를 목표로 한 발전전망을 <표 3-11>과 같이 제출하였다. 또한 2025년까지 12대 신산업 비중을 2배 확대하고, 일자리 38만 개 추가 창출을 제시하며, 규제 완화 등 정책과제를 제시하였다.

2015년 6월에는 민관합동 스마트공장추진단을 발족하여 스마트공장 보급·확산에 나섰다. 2017년 4월 산업통상부는 2025년까지 스마트공장 3만 개를 구축하여 4차 산업혁명을 선도한다는 ‘스마트 제조혁신 2025’를 발표한다.

한국의 4차 산업혁명 기술은 주로 대기업이 주도하고 있는데 삼성·LG 등의 인공지능을 적용한 가전제품, 현대자동차의 전기차·자율주행기능·수소차, 포스코·현대제철의 빅데이터와 인공지능 기능을 도입한 설비 자동화, 현대중공업·두산중공업·효성중공업 등의 IoT를 통한 유지·보수 서비스 등이 상용화되고 있다. 그리고 중견기업이었던 카카오와 네이버가 검색, 음성인식, 번역 등에서 인공지능 기술을 사용하고, 인터넷은행(케이뱅크, 카카오뱅크), 쏘카(카셰어링) 등이 출현하였다.

제조업 혁신 3.0의 대표적 사업인 ‘스마트공장 보급사업’은 중소·중견기업

을 대상으로 총 사업비의 50%, 최대 5,000만 원을 지원했는데 2017년 6월 현재 2,563개 업체가 구축을 완료하여 ‘생산성 향상’(+23%), ‘불량률 감소’(-46%), ‘납기 단축’(-35%) 등의 보급 효과를 보이고 있다. 하지만 구축 완료 기업의 스마트화 수준은 기초 수준(79.1%), 중간1 수준(10.2%), 중간2 수준(1.7%)으로 기초 수준이 전체의 약 80%를 차지하고 있는 실정이다. 그 내용도 정보화 또는 초기 자동화 수준에 머물고 있어 독일의 지능형 공장과는 격차가 크다.

문재인 정부는 국정과제를 통해 우리나라 4차 산업혁명 추진을 체계적으로 지원할 예정이다. 100대 국정과제 중 ‘소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축’, ‘고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성’, ‘청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충’, ‘친환경 미래 에너지 발굴·육성’, ‘주력산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력 회복’, ‘혁신을 응원하는 창업국가 조성’ 등이 포함되어 있다.

2017년 10월에는 대통령 직속으로 ‘4차산업혁명위원회’가 공식 출범하여 우리나라 4차 산업혁명 추진의 컨트롤타워 역할을 할 것으로 기대된다. 한국의 4차 산업혁명 대응 전략은 아직까지 주요 국가에 비해서 상당히 부진한 편이다. 첨단기술 격차도 크며, 기술혁신을 위한 사회 인프라와 제도적 정비도 미흡하므로 추진주체를 분명히 세우고 장기 전략으로 4차 산업혁명에 대응해야 한다.

주석

- 27) 제조업에서 유지·보수 서비스 위주로 사업을 재편하고 있는 GE는 2017년 현재 서비스 부분의 비중이 매출의 70%를 차지하고 있다.
- 28) 2016년 2월 이후 퀄컴, 마이크로소프트사 등이 참여하면서 OCF(Open Connectivity Foundation)로 변경되었다.
- 29) 쌍창은 제조업과 인터넷 융합의 ‘쌍창’ 플랫폼을 구축하는 것으로서 이를 통하여 제조업과 인터넷 융합 핵심 부분을 중심으로 새로운 모델과 새로운 산업을 창출하여 융합발전 기초를 구축하고, 융합발전의 새로운 생태계를 조성한다.

제4장

4차 산업혁명 핵심 기술에 따른 직업세계 변화

제1절 로봇

1.1. 정의 및 의의

로봇의 어원인 체코어 'ROBOTA'는 '노동'을 의미한다. '로봇'이란 용어를 창시한 사람은 체코슬로바키아의 극작가 카렐 차페크다. 1920년 희곡 <로봇>에서 그려진 로봇은 감정이나 혼이 없는 인조인간으로 표현되었다. 이후 '로봇'은 여러 가지 의미로 사용되었다. 인간과 비슷한 모습을 하고 말하거나 움직이는 기계 장치를 로봇이라고 부르는가 하면, 공장에 설치된 자동화 기기처럼 어떤 작업이나 조작을 자동으로 해 내는 기계 장치도 로봇이라고 했다.

국제로봇협회(IFR: International Federation of Robotics)의 분류에 따르면 로봇은 크게 제조용 로봇, 전문서비스용 로봇, 개인서비스용 로봇으로 나뉜다.

제조용 로봇은 용접, 도장, 물품 이송 등 산업현장에서 제조활동을 지원하는 로봇을 말한다. 전문서비스용 로봇은 안내, 소방, 의료로봇 등과 같이 불특정 다수를 위한 서비스 제공 및 전문화된 작업을 수행하는 로봇이다. 마지막으로 개인서비스용 로봇은 청소, 교육, 간병, 오락, 개인비서, 웨어러블 등과 같이 인간의 일상생활을 지원하는 로봇을 말한다.

로봇은 미국의 유니메이트라는 회사가 1959년에 최초의 산업용 로봇을 개발한 이래 지금까지 많은 발전을 이루어 왔다. 1974년에 컴퓨터로 제어되는 최초의 산업용 로봇이 탄생하였으며, 1997년에는 일본 혼다사가 계단을 오르는 인간형 로봇을 세상에 선보였다. 이어서 2년 후에는 일본의 소니사가 애완 로봇 아이보(AIBO: Artificial Intelligence Robot)를 시장에 내놓았다. 또 2003년에는 미국의 NASA가 화성탐사를 위한 이동로봇을 개발하였다.

우리나라는 1980년대를 전후해 자동차, 전자산업이 크게 성장하면서 로봇 개발에 박차를 가하여 1986년에 자동차 용접이나 도장에 쓰이는 산업용 로봇을 생산하기에 이르렀다. 1990년대 말에는 가정용, 교육용, 오락용 서비스 로봇이 새로운 분야로 부상하기 시작하였다. 2004년에는 한국 최초로 두 발로 걷는 로봇인 ‘휴보’를 한국과학기술원에서 개발했다.

오늘날 로봇은 인간이 해 오던 많은 일을 대신해 오고 있다. 산업현장에서 단조롭고 따분한 반복 작업을 대신하는가 하면 열악한 환경에서 독극물 처리, 폭발물 제거 등 각종 위험한 작업을 대신하고 있다. 그뿐만 아니라 가정에서 환자를 돌보거나 가사를 돕는 데도 로봇이 큰 역할을 할 것으로 기대된다(여인국, 2017, p.21.).

최근에는 과학기술이 점점 더 정교하게 발달하면서 로봇이 인간과 비슷해지고 있다. 외부 환경을 인식하고 스스로 상황을 판단하며 자율적으로 동작하는 것은 물론이고 인간의 감정까지 인식하고 교류하는 형태를 보이고 있다. 이런 기계 장치를 ‘지능형 로봇’이라고 부르는데 이 로봇은 제조업뿐 아니라 교육, 의료, 국방, 건설, 재난복구 등 다양한 분야에 적용되면서 기술 발전을 이루고 있다. 이처럼 로봇은 다양한 분야의 생산성을 향상시켜 연관 산업과 동반 성장하고 있다.

두바이는 2017년 5월에 처음 도입한 로봇 경찰을 2030년까지 두바이 전체 경찰의 25%까지 확대할 예정이다. 현재 두바이의 로봇 경찰은 경찰 업무 중에

서 거리 순찰이나 교통위반 벌금 부과 등 간단하고 보조적인 역할을 담당하고 있다. 그래서 기존의 경찰은 범죄 예방 같은 높은 수준의 업무에 집중할 수 있게 되었다.³⁰⁾

다만 로봇이 갈수록 인간의 업무를 더 많이 대신할 수 있다고 해도 인간처럼 자유의지가 없다는 점은 사고 등 불규칙적인 사건에 신속히 대처하거나 새로운 공정을 창안할 수 없고, 인간에 의해 조작되거나 관리되어야 한다는 것을 의미한다.

1.2. 산업 및 정책 동향

로봇 산업의 높은 성장성을 예측한 세계 각국은 로봇산업 육성을 위한 각종 대책을 발표하고 있다. 미국은 첨단제조파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)을 발표하고 2013년 첨단제조 기술에 22억 달러를 투입한 바 있다. 또한 2020년까지 병력의 30%를 로봇으로 대체한다는 계획을 세우는가 하면 헬스케어 및 의료분야 로봇 개발에 2,000만 달러를 투자하였다.

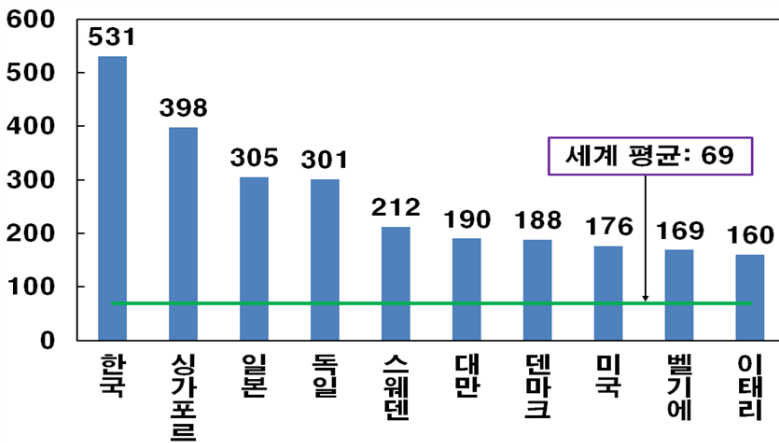
유럽연합(EU)은 세계 최대 규모의 로봇 프로그램인 SPARC를 통해 21억700만 유로를 투자하겠다고 밝힌 바 있다. 전 분야에 산·학·연·관이 모두 참여하여 세계 로봇시장을 선점하고, 이를 통해 24만 개의 일자리를 창출한다는 것이 주요 골자이다. 또한 EU는 의료, 재활 등 복지분야 전문서비스용 로봇시장의 육성을 위해 2014년에 Horizon 2020 프로젝트를 통해 10억 유로를 투자한 바 있다.

일본은 2014년에 로봇혁명 실현회의를 출범시킨 데 이어 2015년에는 로봇 신전략 5개년 계획을 발표하였다. 2020년에 개최되는 도쿄올림픽에 맞추어 로봇올림픽을 개최한다는 계획이 포함되어 있다. 또한 2015년부터 중소기업의 로봇 도입 비용을 지원하는가 하면 세액공제 혜택까지도 제공하고 있다. 그뿐만 아니라 제조업용 로봇 경쟁력을 기초로 서비스용 로봇을 크게 육성한다는 계획도 있는 것으로 알려져 있다.

중국 또한 세계 1위의 로봇 강국으로 도약한다는 야심 찬 계획이 있다. 2020년까지 세계 로봇시장 점유율 45%를 달성한다는 로봇육성 계획을 수립하는가 하면 로봇을 10대 집중육성 대상에 포함하는 제조 2025 계획을 발표하기

도 하였다(여인국, 2017, p.22.).

우리나라 정부도 2003년 8월에 10대 차세대성장동력산업으로 로봇을 선정하여 R&D에 본격 투자하고 2008년 로봇산업 진흥과 육성을 위한 법적 근거도 마련했다. 2009~2011년에는 한국로봇산업진흥원을 설립하고 부처 내 전담부서를 신설하여 로봇 관련 R&D, 인프라, 법·제도 개선을 통한 신산업 육성을 적극 추진하고 있다(박기한, 2016).



주: 2015년 제조업의 산업용 로봇 기준
출처: IFR(2016). 이재경(2017)에서 재인용.

[그림 4-1] 세계 각국의 로봇 밀집도

제조업 근로자 1만 명당 로봇 수를 의미하는 ‘로봇 밀집도’에 대한 주요 국가의 현황을 살펴보면 우리나라는 531대(2015년 제조업 산업용 로봇 기준)로 싱가포르, 일본, 독일과 함께 세계 최고 수준이다. 하지만 우리나라의 로봇산업 관련 기술 수준은 미국에 4.2년, 일본에 1.4년, EU에 1.4년 뒤쳐져 있다. 로봇산업의 빠른 성장세를 볼 때 로봇 기술 개발과 인재 양성에 과감하고도 장기적인 투자가 절실하다.

1.3. 직업세계의 변화

산업현장에 로봇의 도입은 생산성 향상에 기여할 것이라는 기대의 반대편에는 고용시장을 악화시킬 것이라는 우려도 있다(이재경, 2017). 우려와 같이 로봇 도입으로 제조생산직이나 창고정리 등 반복적 작업을 하는 직종을 중심으로 많은 일자리가 사라질 것으로 예상된다.

그러나 한편으로 로봇 제조업과 관련 서비스 부문에서 많은 직업이 전문화·세분화되고, 많은 일자리가 만들어질 것이라는 기대도 있다. 로봇공학기술자는 로봇동작생성연구원, 로봇인식기술연구원, 로봇감성인식연구원 등으로 세분화·전문화하고 있고 로봇 과학 및 기술을 연구·개발하는 전문인력 수요도 증가할 것으로 전망된다. 로봇이 설치·운영되는 산업현장에서는 로봇설치전문가, 로봇운영전문가, 로봇컨설턴트 등의 일자리가 증가할 것이다. 고가의 로봇 제품을 설치, 운영, 수리, 관리하는 과정은 전문기술자가 필요하기 때문에 응용분야가 확대될수록 분야별로 특화된 전문가도 필요하게 된다. 또 로봇컨설턴트처럼 산업용 로봇 시장에서 생산 라인의 효율성을 극대화하기 위해 어떤 로봇 시스템을 조합해 적용할 것인지를 컨설팅하는 직무가 중요해질 수 있다.

로봇의 겉모습은 기계이지만³¹⁾ 적용하는 소프트웨어에 따라 기능과 성능이 달라진다. 따라서 첨단 과학기술의 응용과 융합을 전문으로 하는 로봇기술 융합전문가, 로봇 기술을 적용한 서비스를 기획하는 로봇서비스기획자 등도 직업적으로 전문화할 것으로 보인다.

한편 인공지능 기술과 로봇 기술은 불가분의 관계에 있다. 일본의 소프트뱅크는 2015년 서비스로봇 페퍼(pepper)를 개발해 6개월 만에 7,000대를 판매한 바 있다. 2017년 하반기에는 우리나라까지 진출하여 백화점이나 은행 등에 배치되어 안내 등의 업무를 맡고 있다. 최근 인공지능은 사람의 뇌와 같은 역할을 하는데, 인공지능이 적용되고 사람의 모습을 한 휴머노이드 로봇은 인간과 유사한 기능을 수행하기 때문에 로봇의 윤리적 활용에 대한 사회적 이슈가 계속해서 발생할 것이고, 미래에는 로봇윤리학자, 로봇운영정책전문가 등의 직업이 나타날 수 있다.

또한 로봇의 ‘움직임(Mobility)’ 기능으로 소프트웨어를 해킹함에 따라 타인에게 해를 입히는 사고로 이어질 수 있다는 점에서 로봇산업에서도 보안이 무

엇보다 중요하다. 따라서 로봇시스템의 보안을 책임지는 로봇보안전문가의 수요가 증가할 것이다.

제2절 인공지능

2.1. 정의 및 의의

2016년 3월, 바둑계 세계 1인자인 이세돌이 딥러닝(Deep Learning)으로 무장한 인공지능(AD) 알파고에 1:4로 패한 사건은 전 세계를 충격으로 몰아넣었다. 우리나라에서 4차 산업혁명과 인공지능이 본격 화두가 된 것도 이때부터라고 할 수 있다.

인공지능을 구현하는 대표적 핵심 기술이 머신러닝(machine learning)이다. 딥러닝도 머신러닝의 일종이다. 머신러닝 또는 기계학습은 컴퓨터가 학습을 할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 1959년 아서 새뮤얼(Arthur Samuel)은 머신러닝을 “컴퓨터에 명시적인 프로그램 없이 배울 수 있는 능력을 부여하는 것”이라고 하였다.³²⁾ 인간이 직접·간접 경험을 통해 지식을 축적하는 것처럼 기계를 학습시켜 인간의 일을 대신하도록 하는 것이다.

인공지능은 수차례의 시행착오를 겪으면서 현재에 이르게 되었다. 1950년대 체스를 두는 시스템이 등장하고, 1960년대 스탠퍼드대학에서 ‘샤키’라는 인공지능 시스템이 개발되었다. 하지만 알고리즘의 수준이 낮고 기계를 학습시킬 지식 데이터가 부족했기 때문에 더는 발전하지 못했다. 그러던 중 1990년대 후반에 컴퓨팅 기술이 발달하고, 빅데이터가 등장하면서 인공지능에 다시 관심이 집중되었다. 그 결과 인간이 주입한 경험지식이 아닌 기계 스스로 데이터를 통해 지식을 찾아내는 방식으로까지 진화하였다. 그리고 2006년에 이르러서는 사람이 알려주지 않은 데이터의 특징 값까지 스스로 추출해 내는 수준까지 발전하게 되었다. 소위 ‘딥러닝(Deep Learning)’이라고 부르는 학습방식이다(여인국, 2017, p.16.).

현재 인공지능은 우리 생활 깊숙한 곳까지 들어와 있다. 앞으로도 인공지능은 자율주행자동차, 인공지능 비서 등 많은 분야에 응용될 것이다. 스마트공

장에서 로봇의 활동을 수집한 빅데이터를 분석해 작업을 지시하는 일에도 인공지능 기술은 필수적이다.



자료: Klein AGI online Survey(2007), “When will AI surpass human-level intelligence?”³³⁾

[그림 4-2] AI는 언제 인간의 지능을 앞설까

인공지능 전문가와 비전문가가 참여한 한 조사에선 응답자의 50%가 향후 30년 내 인공지능이 인간의 지능을 넘어설 것으로 예측하기도 했다. 이렇듯 기술의 빠른 발전 속도에 대해 전문가들은 “기술에 대한 인간의 통제력을 잃지 않는 것”이 중요하다고 강조한다(이승민 외, 2015).

2.2. 산업 및 정책 동향³⁴⁾

시장조사업체 IDC는 다양한 산업이 도입되며 전 세계 AI 시장이 2016년부터 2020년까지 연평균 55.1%씩 성장할 것으로 전망했다. 시장 규모는 2016년 80억 달러(약 9조 원)에서 2020년 470억 달러(약 53조 원)로 증가할 것으로 전망된다. 현대경제연구원에 따르면 올해 국내 AI 산업 규모는 6조4,000억 원으로 글로벌 AI 시장에서 차지하는 비중은 3%에 불과하고, 국내 기업의 AI 관련 투자도 글로벌 기업에 비하면 너무 미미하다. 삼성전자가 2014년 이후 AI 분야에 480억 원 상당을 투자한 것으로 추정되며 이는 구글이 지난 14년간 AI

관련 기업 인수에 33조7,000억 원 상당을 쏟아 부은 것과 대조된다.³⁵⁾

미국은 글로벌 시장에서 AI 개발 선점을 위해 대규모 정책을 추진하고 있다. 백악관 중심의 범정부 차원에서 ‘브레인 이니셔티브(BRAIN Initiative: Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies Initiative)’ 정책을 2013년에 수립하고, 체계적인 인공지능 연구개발을 통해 원천기술을 확보하고 있다. 브레인 개발 정책은 기초연구에 집중하면서도 기업의 참여를 통해 R&D와 산업화를 동시에 이루려는 전략이다. 그리고 2009년 초에 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency) 지원으로 시작된 민관합동의 SyNAPSE(Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) 프로젝트는 차세대 두뇌형 반도체(인공지능 칩) 개발을 목표로 추진하고 있다. 이 인공지능 칩은 자율주행자동차, 공공치안, 군수산업 등에 핵심 부품으로 활용할 계획이다. IBM, HP, HRL Laboratories가 DARPA 프로젝트 기금을 지원받아 연구개발을 하고 있다.

일본 정부는 새로운 성장전략으로서 AI를 활용한 4차 산업혁명 추진을 적극적으로 진행하고 있으며, 이를 통해 산업구조 고도화, 사회변혁 및 성장을 꾀하고 있다. ‘일본재흥전략(日本再興戰略)개정 2015’(2015. 6.)에서 AI를 중요한 전략 항목으로 부각시켰고, 2015년 1월에 발표한 경제산업성의 ‘로봇 신전략’에서도 로봇산업을 강화하기 위해 AI 연구의 필요성을 강조했다. 이러한 가운데 일본은 2016년 4월에 총무성, 문부과학성, 경제산업성 등 3성 중심으로 인공지능정책 컨트롤타워 역할을 하는 인공지능기술전략회의를 신설하였다. 이 전략회의를 통해 관계부처, 학계, 산업계 등 협력을 도모하면서 인공지능의 연구개발 목표와 산업화의 로드맵을 세웠다. 일본은 2016년을 인공지능 R&D 지원의 원년으로 규정하고, 3성이 공동으로 R&D를 지원하며, 향후 10년간 1,000억 엔을 투자할 계획이다. 일본 대기업들도 AI 연구에 박차를 가하고 있다. NEC는 오사카대학과 함께 ‘NEC Brain-Inspired Computing 협동연구소’(2016.4.)를, 산업기술종합연구소와는 ‘산업기술종합연구소 - NEC인공지능제휴연구소’(2016.6.)를 각각 설립했다. 후지쓰연구소는 100명 정도의 연구원이 있는 인공지능연구센터를 발족(2016.4.)했고, 소니는 AI벤처의 미국 Cogitai사에 출자(2016.5.)하여 AI를 개발하고 있다.

중국은 노동·자본 투입의 양적 확대에 의존한 종래의 경제발전 패턴에 한계를 인식하고, 이를 타개하기 위해 AI를 차세대 성장 동력의 하나로서 기

술개발 및 산업화를 적극 추진하고 있다. 중국은 국가적 AI 종합정책을 추진하기 위해 2016년 5월에 국가발전개혁위원회에서 ‘인터넷+ AI 3년 행동실시방안(互联网+ 人工智能三年行动实施方案)’을 발표하여 AI 연구개발에서 3년 내에 세계적 수준을 달성하고, 1,000억 위안 규모의 시장을 창출하겠다는 목표를 제시하였다. 세계적으로 AI 기술인력 부족이 심각한데 중국은 AI 분야의 인재 저변이 매우 넓다는 장점이 있다. 예를 들어 국제대학생 프로그래밍 콘테스트(ICPC)에서 중국 대학생들이 미국을 능가하고 있고, 세계 대학평가 랭킹에서도 컴퓨터사이언스 부문의 톱 20에 중국의 3개 대학이 포함되었다. 중국의 BAT(Baidu, Alibaba, Tencent) 3사는 풍부한 자금력을 바탕으로 AI 연구조직의 설립이나 외부 기업과의 협력, 벤처기업에 대한 출자·M&A 등을 시행하여 AI를 활용한 신규 산업 육성에 매진하고 있다. 바이두는 2013년 베이징에 IDL(Institute of Deep Learning)이라는 연구소를 설립했고, 2014년에는 실리콘 벨리에 SVAIL(Silicon Valley AI Lab)이라는 AI연구소를 개설하여 약 300억 위안을 투자해 200명 규모의 연구체제를 구축했다. 알리바바는 과학기술부와 양자컴퓨터 전문 실험실을 공동 설립하여 AI를 개발 중이며, 텐센트는 ‘스마트컴퓨팅 검색 실험실(TICS LAB)’을 구축하여 AI 연구에 주력하고 있다.

우리나라는 2016년 9월 미래부에 범정부 차원의 ‘지능정보사회추진단’이 조직되어 AI 개발을 비롯한 4차 산업혁명 대응을 지원하고 있다. 정부는 2016년 8월, 제2차 과학기술전략회의에서 AI를 비롯한 9대 국가전략 프로젝트 추진계획을 발표했다. 지능정보사회 구현과 4차 산업혁명을 주도할 AI 핵심 기술을 개발하여 국가 AI 기술역량을 제고하고 글로벌 AI 시장 선점을 위해 10개년 계획으로 추진하고 있다. 이와 같이 한국은 외국처럼 AI 개발전략을 개별 정책으로 추진하는 것이 아니라 4차 산업혁명 관련 통합 정책으로 추진하고 있는 것이 특징이다. AI의 주요 개발 내용을 보면 AI 공통 플랫폼 개발, 차세대 AI 기술개발 추진, AI 선도서비스 추진(테러·범죄 신속 대응 시스템, 국방경계 시스템, 노인 돌보미 로봇 등 공공분야 AI 선도서비스 추진을 통해 민간 AI 수요 창출) 등이 포함되어 있다.

2016년 11월 한국전자통신연구원(ETRI) 주관의 국내 기술로 만든 AI ‘엑소브레인(Exobrain)’이 인간 퀴즈왕과의 대결에서 승리를 거둬 AI에서 언어지능 분야의 기술성과를 과시한 바 있다. 엑소브레인은 한국전자통신연구원(ETRI)이

연구주관을 담당하고 있으며, 참여 기관은 총 20개(기업 9개, 대학 10개, 출연 연 1개)로 구성되어 있다. 연구 성과를 통해 상업화가 되면 AI 법무사, AI 상담사, AI 변리사 등으로 활용 가능하다. 최종적으로 2022년까지 영어의 전문지식에서 질의응답이 가능한 한국어·영어 전문지식 QA 솔루션 개발을 추진한다.

한국 대기업의 출자로 AI를 담당하는 민간연구원인 ‘지능정보기술연구원(AIRI: AI Research Institute)’이 2016년 10월에 설립되었다. AIRI는 삼성전자, SK텔레콤, 네이버, LG전자, KT, 한화생명, 현대자동차 등 한국 7개 대기업이 참여한다. AIRI는 AI 연구개발 외에 관련 중소·중견·벤처기업 및 스타트업 등과 협력하여 AI 관련 산업을 육성할 계획이다.

2.3. 직업세계의 변화

기존의 기계화, 자동화, 로봇화가 단순 반복적인 업무를 주로 수행하는 직종에 부정적 영향을 미쳤다면 4차 산업혁명의 핵심 기술 중 하나인 AI의 발전은 전문직에까지 영향을 미칠 수 있다는 전망이 나온다.

인공지능 전문가의 조사에 따르면 의사, 법조인, 교사, 공무원에서부터 가장 창의적인 직업군인 예술가에 이르기까지 다양한 파급효과를 가져올 것이다(박가열 외(2016)).

첫째, 데이터를 기반으로 한 업무가 AI로 대체될 가능성이 있다. 단순반복적인 업무뿐 아니라 진단, 판례 분석 등에 AI 기술이 활용됨으로써 의사나 법조인으로 대표되는 전문직에도 역할 변화가 일어날 수 있으며, 지식 전달과 학습에 활용될 경우 교사의 역할도 변화될 것이다. 방대한 데이터를 기반으로 패턴을 찾아내고 정리하는 일에는 AI 기술이 인간의 능력을 뛰어넘기 때문에 업무 영역에서 인간과의 협업이 불가피할 것으로 보인다.

둘째, 불규칙적이고 복잡한 일의 가치가 상승할 것이다. 인간관계 조정이나 감정을 다루는 것처럼 변수가 많은 일의 경우 AI가 인간의 역할을 대체하기는 힘들 것으로 보인다. 교사 업무의 경우 지식 전달보다는 학생들의 인성 교육이나 상담, 개개인에 맞는 교수법이 중요할 것으로 보았고 의사도 진단 외에 서비스 영역으로 역할이 확대될 것이다.

셋째, 문제를 정의하는 능력과 도구의 활용 능력이 요구된다. 미래 변화를

대비하기 위해서는 문제를 잘 정의하는 능력이 필요하며 이를 위한 교육 변화가 필요하다고 보았다. 이 문제의 대안으로 사회 변화를 반영한 재교육, 청소년 교육의 변화, AI와의 협업과 전통적 직업 영역의 확대, 기초과학과 원천기술에 투자, 인재양성 등이 필요하다.

제3절 빅데이터

3.1. 정의 및 의의

빅데이터(Big Data)의 정의는 기관에 따라 약간씩 차이가 있다. 미국 시장조사 및 컨설팅 회사인 가트너(Gartner) 그룹은 빅데이터를 “높은 통찰력, 의사결정, 프로세스 자동화를 위해 비용 효과가 높은 혁신적인 정보처리 과정을 요하며, 대용량의 데이터 규모(high-volume), 빠른 속도(high-velocity), 높은 다양성(high-variety)을 지닌 정보 자산이다”라고 정의한다. 매킨지 보고서에서는 빅데이터를 “전형적인 데이터베이스 SW 툴의 능력으로 수집, 저장, 관리, 분석할 수 없는 규모의 데이터 집합”으로, 데이터 집단의 크기를 고려하여 정의하였다. 또 국가정보화전략위원회는 “대용량 데이터를 활용, 분석하여 가치 있는 정보를 추출하고 생성된 지식을 바탕으로 능동적으로 대응하거나 변화를 예측하기 위한 정보화 기술이다”라고 정의하였다.

빅데이터 분석 기술은 인터넷, 스마트폰 등 디지털로 저장된 엄청난 양과 다양한 형태의 정보(구매자정보, 위치정보, 센싱정보, 소셜미디어 등 정형·비정형 데이터)를 분석해 많은 문제를 해결하며 새로운 가치를 창출하는 기술을 말한다. 빅데이터 기술의 발전은 과거 수백만 원에 달하던 각종 센서류가 미세전자기계시스템(MEMS)³⁶⁾ 기술이 적용되어 불과 몇 원대로 가격이 떨어져 쉽게 활용할 수 있게 되었기 때문이다.

빅데이터는 사람의 능력으로는 불가능하던 불규칙적이고 방대한 분석이 가능해짐에 따라 기존에 상상하지 못했던 기술의 발전과 산업의 변화를 예고하고 있다. 각종 로봇이나 기계, 설비 등에 광범위하게 사용되는 센서에 무선 통신 기술이 접합되면서 엄청난 양의 데이터가 실시간으로 수집되면 이 빅데

이터는 AI를 학습시키는 자료로 활용될 수 있고, 분석된 정보는 새로운 비즈니스 모델의 원동력이 될 수 있다. 빅데이터를 ‘정보화 사회의 원유(Oil)’에 비유한다. 기름이 없으면 기계가 작동하지 못하고 부가가치가 높은 각종 제품을 만들어 내지 못하듯 디지털 시대에 빅데이터만큼 중요한 자산은 없다는 것이다. 과거 혁신적 기술은 산업에 적용되는 데 많은 시간이 소요되었지만 빅데이터를 활용하면서부터 인간의 개입 없이 AI가 스스로 학습하고 최적 상태를 만들어 내며 제어하는 방법을 찾아내는 등 확장성이 높아져 각종 산업과의 접목도 빠르게 진행될 수 있다.

빅데이터는 보건의료, 제약, 물류, 문화, 교통정책 등 수많은 분야에서 사용되고 있다. 2011년 미국 국세청에서는 대용량 데이터와 IT를 결합해 ‘통합형 탈세 및 사기 범죄 방지 시스템’을 구축했다. 사기 방지 솔루션으로 이상 징후를 미리 찾아내는데 예측 모델링을 통해 납세자의 과거 행동정보를 분석하여 사기패턴과 유사한 행동을 검출한다. 그뒤 페이스북이나 트위터를 통해 범죄자와 관련된 계좌, 주소, 전화번호, 납세자 간 연관관계 등을 분석해 고의 세금체납자를 찾아낸다. 그 결과 미국 국세청은 연간 3,450억 달러에 이르는 엄청난 규모의 세금 누락을 막을 수 있었다.

국내에서도 빅데이터를 적극 활용하고 있다. 서울시는 자정 이후 가장 붐비는 택시노선 데이터를 분석하고, 버스 애플리케이션 등을 기반으로 심야버스 노선을 배치하고 있다. 경찰청은 범죄 유형에 따른 지역별, 시간대별 범죄 다발 지역과 위험도를 통합 분석한 결과 범죄율을 줄이는 효과를 보고 있다. 관세청과 국세청은 역외탈세 정보를 공유하는 것만으로 연간 1,000억 원에 가까운 세수 증대 효과를 냈다. 기상청은 호우, 풍랑, 강풍, 한파 등 기상 예측 프로그램을 무료로 제공해 국내 항공업체가 항공기 이륙과 운항, 착륙 등에 활용하도록 도왔다.

3.2. 산업 및 정책 동향

빅데이터는 가트너(Gartner) 그룹이 2012년 세계 10대 기술로 선정하면서 관심이 모아졌다. 스마트폰 대중화로 SNS 등이 활발해지면서 기업에서 필요에 따라 개개인 정보의 수집, 분석이 가능해졌다. 이처럼 기업이 경영에 빅데이터

를 적용하면서 자연스럽게 빅데이터 전문가 수요가 폭발적으로 증가했다.

각국 정부는 빅데이터 산업을 육성하기 위한 다양한 정책을 추진하고 있다. 미국의 경우 2012년 3월에 과학기술정책국(OSP)이 ‘빅데이터 R&D 이니셔티브(BigData R&D Initiative)’를 발표한 데 이어 국립보건원(NIH)이 게놈 프로젝트 데이터를 아마존에 공개한 바 있다. 그뿐만 아니라 국립과학재단(NSF)은 빅데이터 과학과 공학을 위한 핵심 기술 및 관련 데이터 과학자 양성에 팔을 걷어붙이고 나섰다.

EU는 금융위기 극복과 사회 복잡성을 이해하기 위한 ‘Future ICT’ 프로젝트를 추진하고 있다. 기존의 공학적 접근을 탈피하여 빅데이터를 활용한 복잡계 연구개발을 추진한다는 전략이다. 또한 2012년에는 27개 Eurostat 가맹국의 공공데이터를 무상으로 공개하기 위한 포털사이트를 개설하기도 하였다.

일본에서는 행정기관 및 민간이 보유한 미활용 데이터를 활용하기 위한 기반을 정비하는 한편 빅데이터 관련 규제를 완화하고 산업계, 학계, 관청이 공동으로 빅데이터 관련 인재를 양성하고 있다.

우리나라는 국가정보화전략위원회가 ‘빅데이터를 활용한 스마트정부 구현 방안’을 발표한 바 있다. 본 방안에는 빅데이터 활용 추진단 신설, 사회적, 기술적 주요 핵심 기반이라는 2대 추진전략과 범정부적 데이터 연계통합, 정부·민간융합 추진, 공공데이터 진단체계 마련 등 8대 추진체계가 포함되어 있다(여인국, 2017, p.13.). 과학기술정보통신부도 전문인력 양성을 위해 빅데이터 연구 분야 전략 과제를 지원하고 제도적인 기반을 갖추으로써 시장 수요에 대응해 나가고 있다. 이에 따라 2017년까지 국내 최고 수준의 데이터과학자 1,000명 등 수준별 전문인력 5,000명을 빅데이터 인력으로 육성하기 위해 신설된 융합프로그램 관련 대학원, IT연구센터(ITRC), 고용계약형 석사과정 등에서 데이터 융합·분석 전문인력을 양성할 계획이다.

3.3. 직업세계의 변화

2011년 5월 발표된 매킨지 보고서에 따르면 미국에서는 2018년까지 14만~19만 명의 빅데이터 전문가, 150만 명 정도의 데이터 관리자와 분석 인력이 필요할 것이라고 전망했다. 글로벌 인터넷기업(구글, 야후, 아마존 등)과

SW솔루션기업(IBM, Oracle, SAS, SAP 등)은 M&A를 통해 빅데이터 관리·분석 기술을 확보하고 플랫폼 경쟁력을 강화하기 위해 노력하고 있다. 현재 미국에는 MIT, 스탠퍼드대학, 노스캐롤라이나주립대학 등 우수 대학들에 데이터사이언티스트 과정이 개설되어 있으며 전문가들은 석사 졸업 후 7만~10만 달러에 달하는 고액 연봉을 받는 것으로 알려져 있다.

국내에서도 빅데이터 전문가들의 공급과 수요 불일치 현상이 나타나고 있다. 국내 대기업 및 금융업계가 빅데이터 전담부서를 설치하고, 빅데이터 전문 인력을 채용하고 있지만 전문성을 갖춘 인재를 찾기란 쉽지 않다. 이에 따라 대학의 학사 및 석사 과정 그리고 빅데이터 활용센터와 빅데이터 아카데미 등을 통해 인력 양성을 활발하게 진행하고 있다.

향후 빅데이터 기술 발전과 활용 분야의 확장에 따라 빅데이터 전문가로서 데이터엔지니어, 데이터사이언티스트, 공간빅데이터분석가, 데이터시각화디자이너, 전략컨설턴트 등이 부각될 것이다.

- 데이터엔지니어: 전형·비전형 데이터를 수집, 저장, 분류, 검증, 가공 및 분석 등 데이터 수집과 저장까지 전 과정을 전문적으로 처리 및 관리하는 일을 함.
- 데이터사이언티스트(data scientist): 빅데이터에서 목적에 따라 유용한 정보를 추려 제품 또는 서비스를 개선하는 업무를 맡는 전문가로 빅데이터분석가(big data analyst)라고도 부름. IoT 시대에 급부상하고 있는 전문 직군으로 2012년 하버드비즈니스리뷰가 뽑은 '21세기 가장 sexy한 직업'으로 선정되기도 하였음. 주로 통계학, 컴퓨터공학 전공자가 많음.³⁷⁾
- 공간 빅데이터전문가: 도로, 건물, 행정구역, 항공사진, 도로명 주소 등 기본 공간정보에 위치정보를 결합하는 일을 하며, 내비게이션 길찾기, 실시간버스정보안내시스템 등 위치 중심의 공간정보 활용 분야에 종사함.
- 데이터 시각화디자이너: 빅데이터 분석 결과를 쉽게 이해할 수 있도록 도표나 그림 등 시각적 수단을 통해 정보를 효과적으로 전달하는 일을 함. 유사 직업으로 인포그래픽 디자이너가 있음.
- 전략컨설턴트: 다양한 데이터 분석 결과로부터 의미 있는 가치를 찾아내어 기업의 사업전략, 마케팅 전략, 인사 및 조직관리, 재무 및 회계 관리, 생산

및 품질관리 등 전반적인 기업경영 전략을 수립하고 컨설팅하는 일을 함. 일반적으로 경영컨설턴트 직무 중 고급 수준의 컨설팅 영역에 속함.

제4절 사물인터넷

4.1. 정의 및 의의

사물인터넷(IoT: Internet of Things)이란 센서를 기반으로 사물 간 인터넷을 통해 실시간으로 데이터를 주고받는 기술이나 환경을 뜻한다. ‘사물’이라고 번역된 ‘Things’는 세상에 존재하는 유형, 무형의 모든 대상을 일컫는다. 사물인터넷을 통해 사람과 사물, 사물과 사물 간 교신하며 하나의 시스템을 만든다. 즉, 진정한 유비쿼터스(ubiquitous) 시대가 도래한 것이다. 유비쿼터스란 시공간에 구애받지 않고 자유롭게 인터넷 등의 통신망에 접속해 원하는 정보를 얻을 수 있는 환경을 말한다. IoT의 발달이 온라인과 오프라인의 경계를 없애고, 4차 산업혁명의 특징 중 하나인 초연결 사회 실현의 선봉에 있다고 할 수 있다.

IoT는 블루투스나 근거리 무선통신(NFC), 센서 데이터, 네트워크 등의 기술을 통해 사람의 손길이 불필요하게 만들고, 동시 작업을 가능하게 만든다.

IoT 기술은 크게 3가지로 볼 수 있다.

첫 번째는 센서이다. 센서는 온도, 습도, 밝기, 소리는 물론이고 위치, 동작 등 각종 신호를 감지하는 기능을 한다. 이 기술은 감도 향상은 물론이고 인터페이스와 정보처리 능력을 내장한 스마트한 센서로 발전하고 있다. 현재는 감지한 데이터로부터 특정 정보를 추출하는 수준에까지 이르렀다.

두 번째는 유무선 통신이다. 이 기술은 무선통신망(WPAN: Wireless Personal Area Network), WiFi, LTE, 5G, 블루투스 등 인간과 사물을 연결할 수 있는 모든 유선 및 무선 통신 네트워크를 의미한다. 유무선 통신은 센서가 감지한 데이터를 전달하는 역할을 한다.

세 번째는 IoT 서비스 인터페이스다. 이 기술은 인간, 사물, 서비스를 특정한 기능을 수행하는 응용 서비스와 연동하는 소프트웨어 역할을 한다. 센서를

통해 감지하고 무선통신 네트워크를 통해 데이터를 전달받으면 받은 데이터를 가공, 처리, 저장하고 응용서비스를 구현한다. 즉, 하드웨어와 소프트웨어를 연결하는 미들웨어, 사용자에게 응용 서비스를 제공하는 스마트폰용 앱 등이 서비스 인터페이스다.

IoT의 활용 범위는 매우 넓다. 현재 IoT를 활용한 스마트공장(smart factory)은 모바일이나 웹을 통해 고객의 주문을 받는 것은 물론이고 상품 판매 상황을 상시적으로 보고 받도록 설계되고 있다. 즉, 인간의 도움 없이 판매 상황을 확인해 제품을 보충하고 생산 여부를 조절한다. 그에 따라 생산성이나 품질, 고객 만족도 등이 크게 향상되는 성과를 올리고 있다(여인국, 2017, p.7.).

또 산업현장에서는 IoT 기술을 안전사고 예방에 활용하고 있다. 건설업계는 교량이나 학교, 빌딩 등의 구조물에 센서를 부착하여 지진 감지나 구조적 취약점을 사전에 찾아내 예방하는 서비스를 추진하고 있다. 가전업체는 가정 내 가전기기를 IoT 기반으로 연결하여 스마트폰으로 제어되도록 하고 있다.

4.2. 산업 및 정책 동향

각국의 정부와 글로벌 기업은 차세대 핵심 ICT 사업으로 IoT에 주목하고 있다. IoT가 생산설비나 자동차, 전자제품뿐만 아니라 일상용품으로까지 적용 범위가 확대되면서 4차 산업혁명의 연결고리 역할을 수행하고 있기 때문이다.

시장조사 및 정보기술컨설팅 회사인 가트너(Gartner) 그룹은 2012년 10대 전략기술 중 하나로 IoT를 선정한 바 있다. 이 회사의 보고서에 따르면 네트워크에 연결된 사물이 2016년 63억 개에서 2017년 84억 개로 31% 증가하고, 2020년에는 204억 개에 이를 것이라고 한다. Machina Research(2013)는 세계 IoT 시장이 2013년 2,000억 달러(약 220조 원) 규모에서 2020년 1조 달러(약 1,100조 원)로 성장(연평균 약 26%)할 것으로 전망했다.

IoT는 시장 규모뿐만 아니라 제품을 기획, 개발하고 보안을 담당하는 전문가 수요를 키울 것이다. IoT를 가장 적극적으로 활용할 분야로는 교육과 공공 안전, 건축, 운송, 의료 분야 등이 꼽힌다. 소프트웨어 개발 회사나 통신회사 등에서는 IoT 분야의 전문가 영입을 위해 노력하고 있는 추세다.

선진 각국 정부는 IoT의 육성에 많은 정책적 지원을 하고 있다. EU는 2009

년에 14개의 IoT에 관한 실천전략을 발표했다. 인터넷의 발전과 활용이 확대되면서 발생할 수 있는 보안 등의 문제에 적절히 대응한다는 목적을 갖고 있다.

중국은 IoT 관련 기술개발을 지원하는 데 정책적 초점이 맞추어져 있다. 대표적인 정책으로는 중장기 과학기술 발전계획(2016~20)과 IoT 기금 조성이 있다.

일본은 디지털 안심·안전 사회의 실현을 위한 ‘i-japan 전략 2015’에 사물지능통신을 포함하고 있다. 그뿐만 아니라 2011년에는 IoT를 중심으로 한 ‘IT 융합에 의한 신산업 창출전략’을 발표하기도 했다.

우리나라는 2013년 과학기술정보통신부가 ‘인터넷 신산업 육성방안’을 발표하였다. 2014년에는 관계부처 합동으로 ‘초연결 디지털혁명의 선도국가 실현을 위한 사물인터넷 기본계획’을 발표하고 국민, 기업, 정부가 활발하게 IoT 서비스를 개발 및 이용토록 함으로써 초연결 디지털 혁명 선도국가를 실현한다는 비전을 제시하였다(여인국, 2017, p.9). 고용노동부는 2017년부터 청소년들이 선호하는 신산업 분야, 즉 IoT, 빅데이터, 증강현실, 핀테크 등의 훈련 과정을 개설하고 이 분야를 선도할 수 있는 희망자를 선발해 무료로 훈련하고 훈련비도 지원할 것을 결정했다.

4.3. 직업세계의 변화

IoT 기술이 생산현장뿐만 아니라 개인 및 가정 내 기기, 사회 인프라 등 활용 범위가 매우 넓기 때문에 향후 관련 산업이 크게 성장할 것이다. 따라서 IoT 제품기획·개발자를 비롯하여 IoT 관련 센서개발자, 통신공학기술자, IoT 인터페이스기획자 등의 수요가 증가할 것이다.

그리고 IoT는 산업설비나 자동차나 로봇, 가전제품 등 모든 기기와 제품이 네트워크로 연결되기 때문에 해킹으로부터의 안전이 선행되어야 한다. 따라서 현재도 IT보안전문가 수요가 넘치지만 갈수록 고급 IT보안전문가의 중요성이 커질 것이다.

현재 소프트웨어 개발회사, 통신회사 등에서 IoT 분야 전문가를 채용하고 자 노력하고 있고, 정부 육성 정책 지원으로 IoT 관련 분야는 더욱 탄력을 받을 것으로 예상된다. 현재 IoT가 가장 적극적으로 활용되는 분야는 교육, 공공

안전, 건축, 운송, 의료 등이다. 이러한 관련 분야뿐 아니라 앞으로는 가정에게까지 전문가의 수요가 늘 것으로 예상된다.

제5절 가상현실·증강현실

5.1. 정의 및 의의

(1) 가상현실

가상현실(VR: Virtual Reality)은 컴퓨터 그래픽 기술 등을 활용하여 현재 사용자가 위치하고 있는 시공간이 아닌 가상의 세계를 눈앞에 구현하는 기술이다. VR는 컴퓨터와 네트워크 환경(데이터 전송 속도와 양)이 발전하고, 관련 디바이스의 가격이 저렴해지면서 대중화되기 시작하였다. 가상현실을 구현하기 위해선 모니터, HMD(Head Mounted Display), 오디오장치, 컨트롤러, 중앙처리장치 등 다양한 하드웨어(HW)뿐만 아니라, 다양한 콘텐츠를 제공해 줄 소프트웨어(SW)도 필요하다.

VR는 다른 분야와 결합하여 효용성을 높이고 부가가치를 창출하게 된다. 대표적인 분야가 게임산업이다. 오쿨러스의 HMD인 ‘리프트’, HTC의 ‘바이브’, 소니의 ‘플레이스테이션 VR’ 등은 이미 인기를 누리고 있는 가상현실 게임이다. VR 업체들은 테마파크, 놀이공원으로 그 영역을 확장하고 있다.

게임 외에도 많은 부분에서 VR가 사용된다. ‘더현대닷컴’은 가상현실 백화점을 선보였다. VR 스토어에서 VR 단말기를 통해 실제 오프라인 매장에서의 쇼핑 느낌을 구현한 것이다. 이외에도 교육훈련 교재 개발, 시술 전 의료시뮬레이션, 산업안전 등 가상현실 기술이 사용되는 분야는 무궁무진하다. 최근에는 가상현실 콘텐츠를 제공하는 VR 체험방이 시중에 속속 등장하고 있다. 향후에는 시각뿐만 아니라 오감을 모두 구현할 수 있는 VR가 개발될 것으로 예상된다.

(2) 증강현실

증강현실(AR: Augmented Reality) 기술이 대중적으로 주목받게 된 것은 2016년에 GPS 기반의 증강현실 모바일 게임인 ‘포켓몬 고’가 출시되고 소비자로부터 선풍적인 인기를 끌면서부터이다.

AR 기술은 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이다. 현실세계에 실시간으로 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(MR: Mixed Reality)이라고도 한다. 가상현실(VR) 기술은 가상환경에 사용자를 몰입하게 하여 실제 환경을 볼 수 없다는 한계가 있다. 하지만 증강현실 기술은 사용자가 실제 환경을 볼 수 있게 하여 좀더 나은 현실감과 부가정보를 제공한다.³⁸⁾

다양한 AR 기술 적용 사례에 따라 AR 기기의 종류도 늘어나는 추세다. 대표적으로 소형 기기인 태블릿과 공간증강현실(SAR: Spatial AR)을 구현하는 프로젝터 등이 해당된다. 이외에도 차량용 헤드업 디스플레이가 잇따라 출시되고 있다.

5.2. 산업 및 정책 동향

(1) 가상현실

골드만삭스(2016)에 따르면 VR의 세계시장 규모는 2016년 22억 달러에서 2025년 800억 달러 규모로 성장할 것이라고 한다. VR 관련 산업분야도 성장할 것이다. IT 관련 연구기관인 트랙티카에서는 2014년 VR 고글, 액세서리, 애플리케이션 등이 시장에서 1억8,000만 달러(약 2,017억 원)의 가치가 있다고 분석했다. 2020년에는 140% 성장할 것이고, 스마트폰에 기반을 둔 저가 VR 장치와 콘텐츠도 성장이 기대된다고 한다. 구글, 삼성, 소니 등 이미 많은 글로벌 기업이 VR 시장에 진출해 있으며 오쿨러스리프트, 기어 VR, 플레이스테이션 VR 등 VR 기기 전문 업체도 전용 디바이스를 시장에 보급하고 있다.

앞으로 HMD, 디스플레이, 소프트웨어, 5G 등의 기술 발전으로 소비자 시장으로서 새로운 시장이 창출될 것이다. 현재까지는 완벽한 VR 구현이 어렵지만 전문가들은 VR 산업 분야가 폭발적으로 성장할 것이라 예견하고 있다.

세계 각국은 VR 시장 성장 동향에 맞춰 각종 지원 및 육성 정책을 펼치고 있다. 중국은 2016년 가상현실 산업발전 로드맵을 제정하고 독자적 기술개발 표준안 마련을 위한 ‘가상현실산업발전 백서 5.0’을 발표했다. 미국은 2000년 중반 혼합현실(MR)이란 명칭으로 10대 미래 핵심 전략 기술로 지정하고 공공(교통, 의료, 국방 등) 분야에 집중 투자하고 있다. 유럽은 VR로 구현된 가상투어를 통해 문화유산을 소개하는 아키오가이드(Archeoguide) 프로젝트를 수행하고 있다.

우리 정부도 VR 신시장 창출·확산 및 생태계 기반 조성 등 VR 산업 육성 정책을 시행하고 있다. 법·제도 개선, VR 전문펀드 조성, R&D 기술 세제 혜택 등을 통해 VR 산업을 지원하고 있다. 2017년 9월 누리꿈스퀘어에서 ‘코리아 VR 페스티벌’을 열어 콘텐츠 창작자와 VR 콘텐츠 개발자 간 아이디어 및 기술 공유, 유망기업·스타트업·개발자 발굴을 지원한 바 있다.³⁹⁾ VR 전문인력 양성을 위해 정보통신산업진흥원에서 연간 500명을 대상으로 VR 제작 관련 커리큘럼을 제공하고 있다(기획재정부 외, 2016).

(2) 증강현실

KT경제경영연구소에서 발표한 ‘현실과 가상 사이의 교량, 융합현실’ 보고서에 따르면 전 세계 AR 시장은 2020년 1,200억 달러(약 140조 원) 규모로 성장할 것으로 나타났다. 이는 2020년에 300억 달러(약 34조8,390억 원)인 전 세계 VR 시장의 4배 규모다.⁴⁰⁾

전자·통신 분야 시장조사기관 Digi-Capital의 자료에 따르면 전 세계 가상·증강현실 시장 규모는 2016년부터 2017년까지 200억 달러로 성장한 뒤 2020년까지 급성장해 1,200억 달러 규모에 달할 것으로 예측되고 있다. 그리고 2020년까지 AR 시장 규모를 약 900억 달러로 예측했으며, VR 시장 규모는 300억 달러에 이를 것으로 전망하였다. 증강현실 시장은 현재의 휴대전화나 태블릿 시장과 비슷하게 하드웨어 매출 규모가 상당한 부분을 차지할 것이라 예측되고, 하드웨어에 필요한 소프트웨어, 데이터와 같은 부분 또한 성장할 것이다(최종우, 2017).

AR 기술은 원격의료진단, 방송, 건축설계, 제조공정 관리, 패션, 게임, 교육 훈련 콘텐츠 개발, 관광, 방송·영화, 창고관리, 의료 및 헬스케어, 제조업 등

다양한 분야에서 활용된다. 최근 스마트폰이 널리 보급되면서 본격적인 상업화 단계에 들어서고 있다. AR 기술은 특히 제조업 분야에서 그 중요성이 더욱 커질 것으로 기대된다.⁴¹⁾



자료: CIO(2016.11.10.). '팀뷰어 기고: AR 기술이 가져올 비즈니스 혁신'.

[그림 4-3] 제조업에 가상현실(VR) 기술을 활용하는 모습

〈사례 1〉 미국 최대 방위산업체 록히드 마틴(Lockheed Martin)은 현재 진행 중인 우주선 디자인 및 제작 과정에서 AR 기술을 사용하고 있다. 이때 AR 기술은 기술자가 인공위성이나 우주선을 제작하는 데 참고해야 하는 방대한 정보를 하나로 모으고 그 정보를 손쉽게 다른 기술자에게 전파하는 등의 기능을 한다고 한다.

〈사례 2〉 세계 최대 항공기 제조업체인 보잉(Boeing)은 마이크로소프트의 AR 기술을 이용해 비행기 내 전기부품을 연결하는 작업을 진행하고 있다. 또 보잉은 이 기술을 비행기 부품 연결 작업뿐 아니라 산불대비 훈련에도 쓰고 있다. 이 기술을 활용하면 산불정보 및 각종 항공정보를 실시간으로

접수해 가장 효율적인 전략을 도출할 수 있게 된다.

〈사례 3〉 자동차 제조사인 BMW는 자동차 판매를 촉진하기 위한 전략으로 구글의 AR 기술 ‘탱고(Tango: 스마트폰에 장착된 센서와 카메라를 사용해 디지털 이미지를 실제 공간에 입히는 기술)’를 활용할 예정이다. 소비자는 BMW 자동차 판매장을 방문할 필요 없이 AR 기술을 통해 원하는 곳에서 스마트폰으로 BMW 자동차의 내부를 구경할 수 있게 된다. BMW와 구글의 기술 ‘탱고’ 서비스는 핸드폰으로 애플리케이션을 다운받으면 직접 액세스가 가능하다.

5.3. 직업세계의 변화



자료: 정보통신정책연구원(2016).

[그림 4-4] 가상현실(VR) 생태계

VR과 AR 산업은 대체로 일자리와 직업세계에 긍정적 영향을 미칠 것이다. VR과 AR 구현을 위해서는 디바이스, 네트워크, 플랫폼, 콘텐츠가 필요한데, 이 4가지 측면에서 관련 직업이 새로 등장하거나 기존 고용시장 규모가 커질 것이다.

우선 VR과 AR 관련 디바이스에 관한 연구·개발을 담당하는 연구자와 기술자의 수요가 증가할 것이다. 그리고 VR과 AR 콘텐츠를 개발하고 재생할 수

있는 다양한 플랫폼이 필요해지는데, 이를 위해 소프트웨어 개발자의 수요도 증가할 수 있다.

그러나 무엇보다 VR와 AR 콘텐츠를 기획하고 개발하는 인력의 수요가 크게 증가할 것이다. 특히 교육훈련, 관광, 게임, 방송·영화, 창고관리, 제조 등의 분야에서 콘텐츠기획자, 그래픽디자이너, 컴퓨터프로그래머 등의 수요가 크게 증가할 가능성이 있다.

한편 기존 직업의 직무 내용도 확장될 가능성이 있다. 예를 들면 교육훈련 분야에서 VR와 AR 콘텐츠를 전문적으로 활용하는 교사나 훈련교사도 등장할 것이며 건설기술자나 제조생산기술자도 VR와 AR 관련 디지털 기기를 반드시 사용해야만 하는 때가 올 것이다.

제6절 자율주행자동차

6.1. 정의 및 의의

자율주행자동차(Autonomous Vehicle, Self-Driving Car)는 운전자의 개입 없이 주변 환경을 인식하고 주행 상황을 판단해 차량을 제어함으로써 스스로 주어진 목적지까지 주행하는 자동차를 말한다. 일반적으로 자율주행자동차와 무인자동차(Unmanned Vehicle, Driverless Car)의 용어가 혼용되지만 자율주행 자동차는 운전자 탑승 여부보다는 차량이 완전히 독립적으로 판단하고 주행하는 자율주행 기술에 초점을 맞춘 용어이다.

미국 도로교통안전국(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)은 자율주행자동차의 발전 기술을 크게 4단계로 구분하고 있다. 자동차가 스스로 주행하기 위해서는 여러 가지 첨단 기술이 필요하다. 먼저 가속페달을 밟지 않아도 자동차가 지정된 속도로 달리게 할 수 있는 크루즈 컨트롤 기술과 장애물이 나타났을 때 속도를 줄이거나 멈추게 하는 자동제동 기술이 필요하다. 그뿐만 아니라 자동차에 부착된 각종 센서가 위험상황을 감지하여 운전자에게 알려주는 운전자 보조 시스템 기술과 차선 이탈을 방지하는 차선유지 보조 시스템, 주차를 도와주는 주차 보조기술 등이 필요하다. 더 나아가서는 자동차에 부착된 각종 장

치를 인터넷에 연결해 지도, 뉴스, 날씨 등을 검색할 수 있도록 하는 커넥티드 카 관련 기술도 요구된다.

〈표 4-1〉 자율주행 기술의 4단계

구 분	내 용
1단계	차선이탈 경보, 크루즈 컨트롤과 같이 특정한 기능을 부착하는 선택적 능동제어 단계
2단계	기존의 기술을 통합해 운전대와 페달을 이용하지 않고도 주행이 가능한 통합적 능동제어 단계
3단계	교통신호와 도로 흐름을 인식해 운전자의 개입을 최소화하는 제한적 자율주행 단계 (ex. 구글의 자율주행자동차)
4단계	모든 상황에서 운전자 개입이 필요 없는 완전 자율주행 단계

자료: 미국 도로교통안전국

스위스 투자은행 UBS는 ‘로보택시(Robotaxis)’ 보고서에서 자율주행 기술이 발전하면서 앞으로 수년 안에 운전자 없이 다니는 로보택시가 현실화할 것으로 내다봤다. 로보택시를 정기적으로 타고 다니면 자가용을 소유하는 것보다 비용이 절반 수준으로 낮아지며, 전기차에 자율주행 기술이 결합되면서 승객의 교통비 지출도 현재의 20%로 낮출 수 있을 것으로 추정했다. 또 현재와 같은 대중교통 체계에도 지각변동을 가져올 것으로 전망됐다. 각국 규제 당국이 교통 혼잡, 주차난, 대기 오염 등이 감소하리라는 기대에서 로보택시 확산에 우호적일 것이라는 게 UBS의 분석이다.⁴²⁾

6.2. 산업 및 정책 동향

현재 자율주행자동차와 관련해서 자동차 회사는 물론이고 구글, 애플 등 IT기업도 핵심 기술 개발에 열을 올리고 있다. 가장 앞서 있다고 평가를 받고 있는 구글 자율주행자동차의 경우 벌써 200만 km가 넘는 거리를 주행한 바 있다. 또한 벤츠, 아우디, 현대자동차, 포드 등도 2020년까지 완전한 자율주행 자동차를 출시한다는 목표를 세우고 관련 기술 개발에 박차를 가하고 있다(여인국, 2017, p.28).

시장조사기관 IHS에 따르면 완전 자율주행자동차의 전 세계 연간 판매량은 2025년경 23만 대에서 2035년 1,180만 대에 이를 것으로 전망된다. 시장조사기관 ABI는 부분 자율주행자동차까지 포함하면 자율주행자동차의 연간 판매량이 2025년 110만 대에서 2035년 4,200만 대로 늘어날 것으로 전망하였다.

과거 자동차가 기계, 전기 제품이었으나 이제는 전기, 전자, 통신, 소프트웨어가 결합된 제품이 되었다. 따라서 이제는 기존 자동차생산업체 외에도 구글, 애플 등 소프트웨어 개발 업체에서도 자율주행자동차 개발에 참여하고 있다. 자율주행 기술을 개발하는 기업은 ICT 기업과 완성차 기업이 대부분이며, 협력을 이루는 동시에 서로 견제하고 있는 상황이다.

우리나라는 자동차생산업체를 중심으로 자율주행자동차 개발(부품 개발 및 자율주행 기술 개발)을 전략산업으로 선정하여 연구개발에 몰두하고 있다. 상용화를 위해 정부로부터 도로 시범운행 허가를 얻은 기관은 2017년 현재 9개 기관(현대자동차, 한양대학교, 기아자동차, 현대모비스, 교통안전공단, 카이스트, 네이버랩스, 만도, 삼성전자종합기술원)에 이른다. 국토교통부는 2016년 2월 시험·연구 목적의 자율주행자동차 임시운행 허가 제도를 도입하였다.

6.3. 직업세계의 변화

자율주행자동차는 각종 고성능 센서와 GPS, 3D지도를 통해 정확한 이동거리와 도로 상황을 파악하고 레이저 스캐너와 레이더, 카메라 등 고정밀 센서를 기반으로 수집한 주변 차량과 보행자 등 장애물을 찾아낸다. 따라서 미래에는 자율주행자동차와 관련된 기술 연구와 부품 및 시스템 개발 등과 직접 관련이 큰 연구원과 기술자 직업에서 일자리가 증가할 것이다.

향후 역할이 증가될 것으로 보이는 직업으로는 시스템소프트웨어개발자, 응용소프트웨어개발자, 전기공학기술자, 전자공학기술자, 통신공학기술자, GPS 기술자, 인공지능전문가, 도로계획 및 교통설계기술자, 지리정보전문가 등이다. 전기 및 전자공학기술자의 경우 자율주행자동차 부품과 배터리, 반도체 등의 연구 및 개발 분야에서 역할이 기대된다. 이외에도 각종 해킹 문제를 해결하는 컴퓨터보안전문가와 각종 데이터를 분석하는 빅데이터전문가 채용도 늘 것이다.

반대로 택시, 버스, 트럭 기사 같은 운전 관련 직업은 일자리가 감소할 것이다. 기업 편에서는 사람 대신 로봇이 운전하게 되면 인건비를 줄일 수 있으며 사고로 발생하는 각종 비용과 문제를 줄일 수 있다. 특히 운행경로가 정해져 있는 버스, 트럭의 경우 자율주행자동차 도입 시기가 빨라질 가능성이 있다. 실제 차량 공유서비스업체인 우버(Uber)는 2020년 상용화를 목표로 미국 피츠버그에서 포드와 함께 개발한 자율주행 택시의 첫 운행을 개시했다. 운전 뿐만 아니라 교통사고가 줄어들면서 정비·수리업체, 자동차 관련 보험업도 영향을 받을 것이다.

한편 자율주행장치만을 전문으로 개발하는 직종이 신직업으로 떠오를 것이다. 기존 자동차공학기술자의 연구개발 인력이 이동할 것이며, 인력 수요가 많아지면 신규채용도 이루어질 것이다.

자율주행자동차 정비는 기존의 엔진, 차체 등 기계적 기술보다는 전자통신 기술이나 소프트웨어, 전기전자, 인공지능 등 첨단지능정보 기술에 대한 지식과 경험이 더 필요하다. 따라서 이를 전문적으로 가르칠 자율주행자동차 기술 강사도 필요할 것이다. 운전이 하나의 오락이 되어 취미 운전 강사가 등장할 수도 있다.

또한 도로 위 수많은 자율주행자동차의 흐름을 통제하는 일이 중요해질 것이다. 이른바 자율주행자동차관제원이 등장할 수 있다. 자율주행자동차의 윤리나 범죄를 해결할 로봇윤리학자의 역할도 주목된다.

제7절 3D프린팅

7.1. 정의 및 의의

3D프린팅은 CAD⁴³⁾ 등을 사용하여 3차원으로 설계된 데이터를 기반으로 다양한 조형 재료를 레이저로 녹인 뒤 층층이 쌓는 적층 과정을 거쳐 입체적인 물체를 만들어 내는 기술이다.

3D프린터는 거의 모든 재료를 사용할 수 있고 매우 복잡한 형상을 일체형(one-body)으로 제작할 수 있어 활용 가능성이 무궁무진하다는 점 때문에 차세

대 신기술로 주목받고 있다. 아직 3D프린팅 기술은 적층 가공 방식으로 다품종 소량생산에 적합하고, 사출 성형(injection molding)에 비해 대량생산 효율이 낮기 때문에 제조업 활용에 한계가 있다. 하지만 이러한 한계도 조형 속도와 내구성의 개선을 통해 극복해 나갈 것으로 예상된다. 3D프린팅 기술의 장점을 정리하면 ① 제품 제작(특히 시제품)에 시간과 비용이 절약되고 ② 복잡한 형상의 물건을 일체형(one-body)으로 제작할 수 있으며 ③ 불필요한 재료의 낭비를 줄일 수 있고 ④ ‘소비자 생산’이 가능해져 운송과 재고 관리에 따른 물류비를 줄일 수 있으며 ⑤ 개인 맞춤형 제품 제작이 가능하다(박가열 외, 2016).

3D프린터는 초반에 시제품(Prototype) 제작과 콘셉트 디자인 구현에 제한적으로 사용되어 왔으나 최근에는 자동차, 항공·우주, 방위산업, 가전제품, 의료 및 의료장비, 의학, 건축, 교육, 애니메이션 및 엔터테인먼트, 완구, 패션(신발, 의류, 액세서리 등) 등 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다.

7.2. 산업 및 정책 동향

전 세계 3D프린팅 시장 규모는 2015년에 약 51억6,000만 달러로 2010년 이후 매년 20~40% 수준으로 빠르게 성장하고 있다. 3D프린팅 시장은 프린팅 시스템 및 소재 가격이 저렴해지고 사업적 활용이 더욱 확대되면서 최근 시장 규모가 더욱 빠르게 성장하는 추세이다. 3D프린팅 시장을 제품 시장과 서비스 시장으로 구분할 수 있다. 2015년 기준으로 전체 시장에서 제품 부문이 46%, 서비스 부문이 54%를 차지하고 있다. 제품 시장은 3D프린터 장비 및 사후서비스(AS) 부품, 시스템 주변장치(Utility Goods), 재료 등이 포함된다. 3D프린팅 제품 시장은 2015년 23억6,500만 달러 규모로, 2014년 19억9,700만 달러 대비 18.4% 성장하였다. 서비스 시장은 3D프린터 서비스(설치, 조형물 주문 생산·배송 및 재판매 등), 유지보수, 컨설팅 서비스 등이 포함된다. 서비스 시장 규모는 2015년 28억 달러 규모로 2014년 21억500만 달러 규모 대비 33% 성장하였다(김상훈·심우중, 2016).

Wohlers Associates(2015)에 따르면 향후 전 세계 3D프린팅 시장 규모가 2020년에 약 210억 달러 규모로 성장할 것으로 전망하였다. 이는 2015년에 비해 약 4배에 이르는 것이다. 장기적으로 3D프린팅은 전체 제조업 시장 규모

(약 12조8,000억 달러)의 5%(약 6,400억 달러) 비중을 차지할 것으로 예상된다.

2014년도 3D프린터의 시장 점유율을 보면 미국이 전체의 38.1%로 점유율이 가장 크고, 다음으로 일본이 9.3%, 중국이 9.2%, 독일이 8.7%이며, 한국은 2.7%에 머물러 있다. 활용 분야를 산업별로 보면 산업 및 비즈니스용이 전체의 17.5%를 차지해 가장 크고, 다음으로 소비재 및 전자 16.6%, 전기자동차 16.1%, 항공우주 14.8%, 의료·치과 13.1%, 교육기관 8.2%, 정부 및 군용 6.6%, 건축 3.2%, 기타 3.9% 순이다.

국내 3D프린터 시장은 아직 초기 단계이다. 2012년 국내 시장 규모는 약 300억 원으로 추정된다. 최근 판매된 3D프린터의 약 90%는 수입품이며, 아직 국산은 품질이 다소 떨어진다는 평가가 나온다(한국기계연구원 전략연구실, 2013). 그러나 국내 3D프린터 시장은 2013년 이후 급격한 성장을 보인다(IRS Global, 2013).

3D프린팅 기술은 도면과 재료만 있으면 다양한 물건을 만들어 낼 수 있다는 점에서 ‘21세기의 연금술’이라고 부른다. 세계 각국 정부 및 많은 기업이 3D프린터 산업의 높은 성장성을 내다보고 개발과 투자를 경쟁적으로 확대하고 있다. 미국은 3D프린터를 2013년 연두교서에서 제조업 혁신 주역으로 언급하고 2014년 첨단 제조허브를 구축하고, 15년까지 제조혁신기관 15곳 설치를 완료해 생산성 증대와 혁신을 도모하고 있다. 유럽은 오픈 이노베이션과 함께 산업혁명의 드라이브로 3D프린터를 인식하면서 Horizon2020을 통해 관련 산업에 관심을 표명하고 있다. 영국은 아이디어를 SW로 구현하고 3D프린터로 직접 만드는 교육을 통해 아이디어 현실화 방법을 조기 학습시키고 있다. 중국은 국가적층 가공산업 발전추진계획, 중국제조 2025를 통해 3D프린터 관련 산업의 정책을 본격화하고 있다. 일본은 3D프린터 로드맵을 마련하고 ‘차세대 3D 적층조형기술융합개발기구’(2014.4.1.)를 발족시키며 지속적으로 투자하고 있다.

우리 정부도 제조업 침체의 대응 전략으로 3D프린터를 활용하고 있다. ‘제조업 혁신 3.0’(2014.6.)을 마련하여 제조업과 IT+SW 융합을 통한 새로운 부가 가치를 창출하고 3D프린팅 기술 도입을 확대하고 있다. 아울러 ‘3D프린팅 산업 발전전략’(2014.4.)을 마련하여 진흥정책을 추진하고 3D프린팅 소재 개발 등 산업 생태계 조성에 박차를 가하고 있다.⁴⁴⁾ 최근에는 각 부처가 협력하여 3D프린팅산업 진흥 및 이용자 보호와 국내 산업 경쟁력 제고를 위해 ‘3D 프린팅

산업 진흥 기본계획(2016.12.)을 수립하였다. 3D프린터 시장 성장 지원, 기술 경쟁력 강화, 산업 확산 및 기반 강화, 제도적 기반 강화 등 4대 추진정책을 바탕으로 K-ICT 3D프린팅 콘퍼런스 및 발전협의회를 구성하고, 3D프린팅 전문기업에 컨설팅 등을 지원하고 있다.⁴⁵⁾

7.3. 직업세계의 변화

3D프린팅 기술의 발전과 활용 분야가 넓어지면서 직업세계에도 큰 변화가 예고된다. 우선 3D프린팅 관련 기술직 인력 수요가 증가할 것이다. 예를 들면 3D프린터 개발·설계 기술자, 3D프린터용 재료 기술자 등이 있다. 또 3D프린팅 서비스 부문에서 신규인력 수요가 증가할 것이다. 예를 들면 3D프린팅 기술영업원, 3D프린터 정비원, 3D프린터 강사, 3D프린터용 재료 판매업자 등이 있다.

새로운 직업도 생겨날 것으로 보인다. 의료 분야에서 바이오 인공장기 제작사, 인체측정 기술자 등이 등장할 수 있고, 맞춤형 개인 소품 제작자, 3D디자인 중개 사이트 운영자, 3D프린터 출력물 품질 및 신뢰성 평가 전문가, 3D프린팅 소재 코디네이터, 3D프린팅 최적 디지털 디자이너, 3D프린팅 컨설턴트, 3D프린터 예술가, 3D 패션 디자이너, 3D프린터용 식품 개발자, 3D프린팅 전문 요리사, 3D프린팅 저작권 인증 및 거래사 등도 새로 등장하거나 직업으로 정착될 가능성이 있다.

반면에 일자리 위기에 직면할 직업도 있다. 특히 전통적 생산직 근로자의 일자리 감소가 예상된다. 예를 들면 주물원, 금형원, 치과기공사 등이 있다. 3D프린팅 기술의 확산으로 주물원, 금형원 등 현장생산직 일자리보다 3D모델러 등 사무실 근로자의 수요가 증가할 것이다.

주석

- 30) 한국경제, ‘로보캅 시대 연 두바이, 2030년 경찰 25% 대체’, 2017.5.29.
- 31) 자산관리 조언을 하는 로봇 어드바이저, 상품주문·상담 등에 활용되는 챗봇(Chatbot, co), 로봇 기자 등 인공지능에 기반을 둔 로봇은 제외.
- 32) 네이버 지식백과, ‘머신러닝’. 2017.11.1.
- 33) <http://aiimpacts.org/klein-agi-survey/>
- 34) 인공지능 부문의 산업 및 정책 동향은 산업연구원의 「KIET 산업경제 2017년 1월호」 ‘각국의 인공지능(AD) 선점을 위한 개발경쟁 실태-한·미·일·중을 중심으로-’에서 요약 발췌한 것임을 밝힌다.
- 35) 이데일리, ‘美 이어 中까지 인공지능 투자 달려들어… 갈길 먼 韓’, 2017.10.13.
- 36) MEMS: Micro Electro Mechanical Systems의 약자로 반도체 기술을 기반으로 개발된 초소형 정밀기계 제작 기술.
- 37) 네이버 지식백과, 시사상시사전(박문각), ‘데이터사이언티스트’, 2017.11.1.
- 38) 네이버 지식백과, 두산백과 ‘증강현실(augmented reality, 增強現實)’, 2017.11.1.
- 39) Brain Box(김지은), ‘한국 VR기술과 융합콘텐츠의 새 지평 열었다_코리아 VR페스티벌 역대 최대 인파 속 성료’, 2017.9.25.
- 40) CIO, ‘탐뷰어 기고: AR 기술이 가져올 비즈니스 혁신’, 2016.11.10.
- 41) 아래 3가지 사례는 최종우(2017), ‘증강현실(AR), 미국 제조업의 새로운 기술로 자리 잡다’. KOTRA & KOTRA 해외시장뉴스에서 발췌한 것임.
- 42) 연합뉴스, ‘내 차 없어도 좋아…각국서 ‘로봇택시’ 개발 경쟁’, 2017.10.6.
- 43) 컴퓨터에 입력한 설계 정보를 그래픽 디스플레이 장치를 이용해 화면에 구현하는 기술.
- 44) 블룸버그, ‘글로벌 주요국, 3D프린터 산업 육성…가속페달’, 2016.9.23.
- 45) 과학기술정보통신부(2017.3.31.), 「2017년 3D프린팅산업 진흥 시행계획」.

제5장

4차 산업혁명 시대의 새로운 직업과 일자리

제1절 새로운 산업과 비즈니스의 등장

독일의 싱크탱크인 경제정책연구센터(CEPR)에서 발표한 보고서 ‘독일 노동 시장에서 로봇의 부흥’에 따르면 독일 내 로봇이 1대 늘어날 때마다 제조업 일자리는 평균 2개가 사라지는데, 1994~2014년 20년 동안 진행된 자동화를 고려하여 추산하면 로봇의 도입으로 사라진 제조업 일자리는 27만 5,000개에 달한다고 한다. 하지만 사라진 일자리는 제조업 일자리가 줄어드는 대신 다른 업종에서 일자리가 늘어나 고용 구성에만 변화를 주고 독일 내 총 일자리에는 영향이 거의 없었다고 한다.⁴⁶⁾

4차 산업혁명으로 일자리 감소 혹은 일자리 대체에 대한 담론이 무성한 가운데 기업은 새로운 미래 유망산업에 뛰어들거나, 기존 방식과 다른 비즈니스 모델을 통해 경쟁력 강화에 나서고 있다. 클라우드 슈밥은 ‘4차 산업혁명에

서는 고용을 증가시키기 위한 신산업 창출 효과의 속도와 타이밍을 제대로 이끌어 내는 것이 중요하다'라고 하였다.

기술의 변화가 전 산업에 걸쳐 광범위한 영향을 미치면서 기업은 얼마나 신속하게 대응하느냐가 향후 기업의 생존과 경쟁력에 결정적 영향을 미칠 수 있다. 기술발전이 지속되는 가운데 사물인터넷, 인공지능 등 새로운 기술의 출현으로 만들어지는 새로운 환경에 적응하지 못해 시장 상실, 업무량 감소, 품질 저하 등의 결과로 나타나는가 하면, 반대로 기술을 수용하고 적극 활용하는 경우에는 새로운 시장을 넓히고 업무량이 증가하며 품질을 높이는 결과로 이어졌고, 더불어 고용을 늘릴 수 있었다.

매킨지 글로벌 연구소는 4차 산업혁명에서 신기술과 관련한 새로운 직업과 산업 분야에서 일자리가 등장하고 고숙련 노동자의 수요가 증가할 것으로 예상하였다. 자동화, 기계화로 예전보다 생산성이 향상되면 인력 수요는 줄어들 수 있으나, 시장의 확장으로 인한 수요 증가로 고용 창출이 가능하다. 또 발전하는 지능정보기술에 적응력이 높은 노동(신기술을 개발하는 인력뿐만 아니라 신기술을 활용하여 새로운 비즈니스 기회를 만들어 내는 인력)의 수요와 불확실성 속에서 전략적 판단과 활로 개척에 기여하는 노동의 수요가 증가할 것이다(허재준, 2017). 제조업을 중심으로 4차 산업혁명을 선제적으로 대응하고 있는 독일의 경우에도 디지털의 가속은 생산력을 높이고, 이는 곧 고용창출을 가져올 것으로 보고 있기도 하다.

2017년 세계 시가총액 톱10 기업 중 7개 업체가 IT 관련 기업으로, 2011년 조사와 비교해 보면 최근 디지털 인프라에 기반을 둔 업체의 놀라운 성장을 알 수 있다. 이들 업체는 특정 서비스에 한정되는 것이 아니라 디지털기술에 기반을 둔 다양한 플랫폼 서비스, 인공지능, IoT, 빅데이터 등의 기술을 지속적으로 '융합'하고 있다.

2011년		2017년(7월 21일 종가 기준)	
1위	엑손모빌(미) 에너지	애플(미)	IT
2위	페트로차이나(중) 에너지	구글(미)	IT
3위	애플(미) IT	마이크로소프트(미)	IT
4위	중국공상은행(중) 금융	아마존(미)	IT
5위	페트로브라스(브라질) 에너지	페이스북(미)	IT
6위	BHP빌리톤(호주·영국) 에너지	버크셔해서웨이(미)	금융
7위	중국건설은행(중) 금융	알리바바(중)	IT
8위	로열더치셸(영국) 에너지	존슨앤드존슨(미)	소비재
9위	세브론(미) 에너지	텐센트(중)	IT
10위	마이크로소프트(미) IT	엑손모빌(미)	에너지

자료: 파이낸셜타임스·블룸버그

[그림 5-1] 세계 시총 톱10 기업의 변화

4차 산업혁명시대는 이른바 ‘초연결’의 시대가 될 것으로 전망한다. 기존의 사람과 기계의 연결을 넘어 기계와 기계, 사람과 제품, 제품과 제품 등 산업, 기업, 개인이 서로 촘촘한 연결망으로 얹히고, 연결망 사이에 수많은 데이터가 왕래하고 축적되면서 부가가와 서비스를 양산하는 가운데 기존에는 존재하지 않았던 새로운 비즈니스가 등장하고 있다.

4차 산업혁명으로 인한 여러 기술의 변화로 창출되는 새로운 비즈니스는 기존 기업에는 혁신을 통한 미래 먹거리와 비전을 이끌게 하고, 새롭게 시장에 진입하는 신생기업에는 그동안 기존 기업이 제공하지 못했던 서비스를 통해 경쟁력을 높이는 계기가 되도록 할 것이다. 데이터와 플랫폼에 기반을 둔 서비스 제공은 고객의 구매와 소비패턴의 변화를 가져오고 이는 다시 기업이 적극적으로 패러다임을 바꾸고 디지털 플랫폼을 활용한 새로운 사업 모델을 발굴하여 혁신을 꾀하게 한다.

〈표 5-1〉 4차 산업혁명 참여 기업별 주요 전략

기업명	전략	응용분야
폭스콘	로봇생산체제 도입	스마트폰
닛산	무인자동차 개발	전기, 자율주행자동차
아마존	신개념 쇼핑체계(아마존 고) 구축, 인공지능비서(에코) 프로그램 개발	쇼핑, 스마트홈
GE	디지털 트윈 활용 ‘비포서비스’ 구현	발전기, 엔진
스타벅스	O2O기술(사이렌오더), 고객맞춤형 서비스 구축	비콘(Beacon), 커피
아디다스	로봇생산체제 도입, 공장 본국(독일) 소환	신발, 웨어러블 기기
IBM	인공지능 컴퓨터 시스템(왓슨) 개발	센서
우버	운송·물류 효율화, 스마트시트 구축	자동차(자율주행)
쓰타야	동네친화적 놀이터, 마을사랑방 구축	도서, 마일리지 체계
테슬라	무인 전기자동차 개발, 재생에너지 생산	전기차, 솔라시티

출처: 최재홍(2017)

다양한 분야에서의 새로운 비즈니스 출현은 하이테크 업무의 증가를 가져와서 관련 분야의 직업과 일자리 창출에 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 고객의 니즈와 수요를 즉각적으로 제품에 반영하기 위한 ‘상품기획가’, 데이터사이언티스트와 이들을 지원하기 위한 인력, 또한 빅데이터 속의 숨은 가치를 찾을 수 있도록 디자인해 주는 ‘빅데이터기획가’, ‘사물인터넷전문가’, 기업에 요구되는 새로운 경영전략을 수립할 수 있도록 지원하는 ‘뉴비즈니스 경영컨설턴트’, ‘컴퓨터보안전문가’, 대기업에 비해 상대적으로 열세인 중소기업을 대상으로 새로운 기술과 경영전략을 수립해 주는 ‘중소기업 코디네이터’ 등의 수요 증가를 가져올 수 있다.

물론 이를 위해서는 양질의 전문 인력을 양성하는 시스템 확충도 동반되어야 한다. 우리나라가 글로벌 4차 산업혁명을 선도하기 위해서는 무엇보다 인재가 필요함은 말할 것도 없다. 산업연구원·한국산업기술진흥원(2016.1.)에서 발표한 신산업 인력수요 전망을 보면 2020년까지 174만 7,000명이 필요하다.

〈표 5-2〉 신산업별 인력 수요 전망

단위: 천명

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR
미래형자동차	7.4	7.9	8.8	9.7	10.7	12.0	10.1%
산업용무인기	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	30.9%
지능형로봇	7.8	9.4	11.3	13.6	16.4	19.8	20.4%
웨어러블디바이스	0.8	1.1	1.5	2.1	2.8	3.6	35.1%
스마트홈	39.5	47.2	56.2	66.8	79.3	94.1	19.0%
ESS	0.5	0.6	0.8	1.0	1.4	1.8	28.1%
태양광	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.8	17.6%
스마트그리드	2.1	2.6	3.2	4.0	5.0	6.2	24.5%
바이오의약	14.7	15.5	16.5	17.4	18.5	19.6	5.9%
스마트헬스케어	2.9	3.3	3.8	4.3	4.9	5.6	14.1%
탄소섬유	1.9	2.1	2.4	2.7	3.1	3.5	13.6%
마그네슘·타이타늄	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	5.0	8.1%
계	82.4	95.2	110.6	128.5	149.6	174.7	16.2%

주: CAGR(연평균 증가율), ESS(에너지저장시스템)

출처: 산업연구원 · 한국산업기술진흥원(2016.1.)

새로운 비즈니스가 일자리를 만들 수 있다는 전제하에 최근 기업의 변화와 대응을 살펴보는 것은 의미가 있다. 따라서 전통적인 기업의 산업영역 틀에서 벗어나 디지털 혁신에 기반을 두고 새로운 서비스를 제공하는 업체, 그동안 수행해 오던 영역에서 과감한 변화를 통해 새로운 사업을 개척하고 있는 국내외 기업의 사례를 살펴보려고 한다.

1.1. 해외 기업 사례

1.1.1. 아마존 : 혁신은 또 다른 혁신을 낳는다.

1994년 온라인 서점으로 출발한 아마존은 첨단 정보통신기술(ICT)과 유통을 융합해 지속적인 확장과 혁신을 하고 있는 세계 최대의 전자상거래기업이다. 아마존이 지속적으로 성장할 수 있었던 주요 요인 중 하나는 끊임없이 새롭고 혁신적인 비즈니스 모델을 만들었다는 점이다.

컴퓨터 클라우드 서비스나 물류센터 등의 내부 시스템 능력의 개발과 합

계 ‘원클릭’(회원이 미리 입력해 둔 신용카드정보, 주소 등으로 추후 재결제할 수 있는 시스템으로 간편 결제의 시초라고 할 수 있다), ‘대시버튼’(자주 구매하는 로션, 세제, 시리얼 등을 가정 내 부착된 버튼 하나로 주문)에 이어 최근에는 인공지능(AI) 비서인 ‘아마존 에코’를 개발하거나 무인으로 운영되는 새로운 쇼핑시스템인 ‘아마존 고’에 이르기까지 혁신에 혁신을 거듭하고 있다.

특히 아마존은 온라인 빅데이터에 기반을 둔 ‘추천 시스템(A9)’을 통해 매출을 늘리고 있는데 1996년 온라인서점에서의 ‘북매치’(고객이 매긴 평점에 근거하여 유사한 책 구매를 연계한 시스템)를 시작으로 소비자의 구매패턴을 분석하여 관련성이 높은 상품을 추천함으로써 구매를 유도하며 아마존 전체 매출의 약 35%가 추천 시스템을 통해 발생한다.

아마존의 사례는 기업이 특정 분야에 한정하지 않고 다양한 산업과 서비스를 아우르는 것을 통해 새로운 가치와 수익을 창출하는 것을 보여주고 있다. 이러한 혁신과 새로운 서비스를 창안하고 실행하는 인력(물류창고관리자에서부터 프로그래머까지)을 매년 꾸준히 늘리고 있다.

1.1.2. 우버 : 전혀 새로운 기업의 탄생

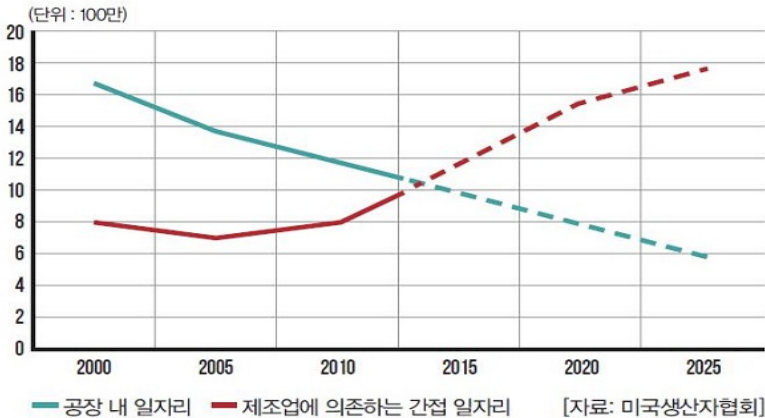
2009년 미국에서 설립된 우버는 플랫폼에 기반을 둔 공유경제의 문을 열어준 기업이라고도 할 수 있다. 우버는 고용되거나 공유된 차량(운전기차)과 승객을 모바일 앱을 통해 연결해 준다. 차량 예약은 텍스트메시지나 모바일 앱을 통해 진행되며 모바일 앱에서는 예약된 차량의 위치가 승객에게 실시간으로 제공된다.

100개 이상의 도시에서 우버 서비스가 운영 중이다. 현재 우버의 기업 가치는 세계 스타트업 가운데 가장 높은 680억 달러(약 75조3,000억 원)로 추산되고 있다⁴⁷⁾.

최근 우버는 기존의 운수업뿐만 아니라 자체 보유한 빅데이터 기술을 활용하여 물류 플랫폼을 구축하는 데 노력하고 있다. 고급 레스토랑의 음식을 집으로 배달해 주는 ‘우버 이츠(UberEATS)’, 의사가 직접 방문하여 진찰과 치료를 하는 ‘우버 헬스(UberHEALTH)’, 저렴한 항공서비스인 ‘우버 엘리베이트(UberELEVATE)’ 등 다양한 서비스를 개발, 시행하고 있다.

최근의 기술발전은 새로운 부가가치를 낳고 생산시스템의 효율성과 데이터 처리를 개선하는 차세대 산업혁명으로 연결되고 있다. 이는 사물인터넷을 이용해 상호 연결됨으로써 가능하다. 특히 제조업의 경우 ‘서비스로서의 제조(MaaS: Manufacturing as a Service)’를 통해 제품 생산을 넘어 다양한 뉴비즈니스를 낳고 있다.

이를 통해 제조업에서의 스마트공장 도입 가속, 서비스화로 일자리 면에서는 행정지원, 관리 등의 인력, 그리고 생산 관련 기능직에서의 인력은 감소할 것으로 전망된다. 그러나 ‘산업용 센서 전문가’, ‘산업용 로봇 전문가’, ‘인공지능 전문가’, ‘빅데이터 전문가’, ‘기술영업원’, ‘생산공정 컨설컨트’, ‘데이터사이언티스트’, ‘데이터 엔지니어’ 등의 직업에서 일자리가 증가할 것으로 전망된다.



출처: 신지나 외(2016)

[그림 5-2] 미국의 스마트팩토리 도입에 따른 일자리(고용자 수) 변화

미국 생산자협회(National Association of Manufacturers)에서 발표한 자료를 보면 스마트공장의 도입에 따라 공장 내의 생산, 제조와 일자리는 감소할 수 있으나 스마트공장과 관련한 지원인력 등 간접 일자리는 증가할 것으로 예상하고 있다([그림 5-2] 참조).

1.1.3. GE⁴⁸⁾ : 제조업에서 디지털전문업체로 전환

1892년에 창업한 GE(제너럴일렉트릭)는 ‘산업인터넷(Industrial internet)⁴⁹⁾’이라는 용어를 만들어 내며 기존의 제조업을 탈피하여 디지털전문업체로 자리매김하고 있다.

GE는 프레딕스(Predix)라는 클라우드 플랫폼에 여러 산업에서 활용되는 기계와 프로세스의 디지털 트윈(Digital Twin)을 구축한다. GE의 프레딕스 플랫폼은 거대한 산업용 사물인터넷을 염두에 두고 설계된 것이다. 대량의 데이터를 수집하고 분석하여 사람과 사물을 연결하는 것에서 가치를 창출하는 소비자인터넷과 달리, 산업인터넷은 무한히 많은 산업 관련 데이터 속에서 특정한 비즈니스 결과를 도출한다. 또한 프레딕스를 통해 GE와 고객, 협력사는 디지털 산업의 시대로 진입하게 되는 것이다.

GENx 항공기 엔진에 5,000여 개의 센서를 달아 운항 중에 실시간으로 엔진 상태를 파악하는데 평균적으로 항공기 1대가 한 번 운항할 때마다 1TB의 데이터를 생성하며 이를 실시간으로 분석하여 엔진 상태를 점검한다. 이를 통해 고장이 발생하기 전에 정비를 하여 엔진 상태를 최적으로 유지하고 항공기가 안전하게 운항하도록 관리한다.

GE는 설비운영기술에 정보기술과 데이터기술을 융합하여 엔진을 효율적으로 실시간 관리하여 항공사에 안전성과 효율성을 제공하고 있다. 또한 200억~300억 원씩 하는 항공기 엔진을 팔고 유상으로 유지보수를 하던 것에서 엔진을 무상으로 제공하고 항공기 운항 시간에 따라 비용을 지불하는 새로운 비즈니스를 개발하여 항공사로부터 큰 호응을 얻고 있다. 항공사에서는 고가의 엔진을 구매하기 위해 대규모의 선투자를 하는 대신 GE의 안전하고 효율적인 유지보수에 대응하는 항공운항 시간당 비용을 지불하는 방식을 점차 선호하고 있다. GE로서도 엔진 상태를 실시간으로 알려주는 빅데이터 덕분에 더욱 안전하고 경제적인 엔진을 제작하고 새로운 비즈니스 형태를 개발, 발전시킬 수 있었다.

또한 GE는 세계 최대 디지털 산업 기업을 향한 성공적인 전환에 기반이 되는 GE디지털(GE Digital)을 출범시켰다. GE디지털은 GE의 모든 사업 부문과 긴밀히 협력하여 각 사업부와 고객이 산업인터넷의 이점을 충분히 활용할 수 있

도록 돕게 된다. 실제 발전소의 데이터 흐름을 그대로 구현한 ‘디지털 트윈(Digital Twin)’을 갖춘 디지털 발전플랜트는 GE의 새로운 솔루션 중 하나이다. 디지털 발전플랜트는 실제 발전소가 예상치 못한 가동 중지 상태가 되기 전에 미리 오퍼레이터가 문제점을 예측할 수 있게 해줌으로써 운영비용을 줄여 준다.

1.1.4 지멘스 : 스마트팩토리 플랫폼 판매를 통한 뉴비즈니스 창출

독일의 베를린과 뮌헨에 본사를 둔 전기전자업체인 지멘스는 전 세계에 35만여 명의 직원을 두고 있다. 지멘스는 독일 스마트공장 구축의 대표적 사례로 꼽히지만, 그에 더하여 기존의 제조업 중심 기업에서 IT기업을 넘어 다양한 서비스를 제공함으로써 기존과 다른 비즈니스에서 수익을 창출하는 기업 사례이기도 하다.

지멘스는 스마트공장의 플랫폼을 수출, 판매하고 판매한 장비의 센서를 통해 각종 정보를 수집, 분석, 가공하여 고객(기업)에게 생산성 제고와 비용 절감 방안에 대해 컨설팅한다. 이때 장비 도입 시기, 제품수명주기에 따른 유지·보수 관련 서비스, 모터관리 서비스, 기계분석 서비스 등도 함께 제공한다.

지멘스 사례처럼 제조업에서도 기존의 연구개발, 제조, 영업·마케팅 위주의 인력 채용에서 제품 판매 후 서비스 및 지원을 해 줄 수 있는 컨설턴트로서의 역량을 갖춘 사람을 채용하는 사례가 늘어날 것으로 보인다.

독일에서는 지멘스 이외에도 에스에이피(SAP)⁵⁰⁾ 등의 업체가 스마트공장 관련 장비와 솔루션을 제공하여 새로운 비즈니스모델을 만들고 있다. 그외 독일의 경우 중견·중소기업(미텔슈란트)에서도 스마트공장에 기반을 둔 새로운 비즈니스모델을 창출한 사례가 있다.

오토보게(Otto Boge)는 종업원 700명 규모의 업체로, 산업용 압축기, 진공 압축 시스템 등을 생산하고 있다. 최근 스마트공장에 필요한 지능형 진공압축 시스템을 개발, 제조하여 스마트공장 시장의 공급업체로 전환하고 있다. 대학과 협력하여 스마트공장에 적용할 수 있는 새로운 시스템을 개발하고 있다.

하르팅(Harting)은 종업원 4,200명 규모의 업체인데, 현재 구축 중인 스마트 공장인 FlexiMon을 다른 기업에도 판매함으로써 스마트 공장 공급업체로 비즈

니스 모델을 확장할 계획이다(권준화, 2016).

영국의 롤스로이스(Rolls-Royce)도 엔진 그 자체를 판매하기보다 IoT를 이용하여 엔진이 작동하는 시간을 측정하여 비용을 부과하고 있다.

이처럼 서비스로서의 제조업 발전은 제품 그 자체가 아니라 제품의 여러 기능과 파생되는 서비스를 판매하는 것에서부터 시작된다. 앞으로 서비스로서의 제조업이 확장되면서 사용량에 따라 비용을 지불하는(pay-as-you-go)서비스가 더욱 늘어날 것으로 보인다.

1.2. 국내 기업 사례

기술발전에 따른 새로운 기업환경 조성은 국내 기업에도 동일하게 위기가자, 기회로 작용하고 있다. 이에 따라 주요 기업은 기술발전을 상품과 서비스로 이어지게 하여 기존과 다른 비즈니스를 창출하고자 하는 움직임을 보이고 있다.

1.2.1. 두산 : ICT 접목을 통해 발전플랜트의 위험요소 실시간 감지

두산중공업은 원자력발전소 설비 내에서 이물질을 발견, 제거하는 로봇을 2020년까지 45대 도입할 예정이다. 이를 통해 주력 상품인 발전플랜트의 위험요소를 실시간으로 감시 및 진단함으로써 고객의 발전소가 안전하게 운영될 수 있도록 지원할 수 있다. 이를 위해 2014년 소프트웨어개발팀과 데이터개발팀을 신설하고, 2020년까지 설계·제조·시공·서비스 등 사업의 모든 영역에 ICT를 접목하여 품질 개선과 서비스를 향상할 계획이다.

2014년 두산중공업 본사(창원)에 발전소 원격관리서비스센터(RMSC: Remote Monitoring Service Center)와 서울에 소프트웨어센터를 개설하여 발전소 운영과 관련한 정보를 수집하고 있다. 시공간 제약 없이 발전소 운전 상황을 실시간으로 원격 관리하는 RMSC는 고장예측분석시스템, 이상상태조기경보시스템 등을 갖췄다. 전용 통신망을 통해 발전소 중앙제어실의 운전 데이터를 실시간 수신하고, 문제 발생 시 최적화된 솔루션을 바로 제공할 수 있다. RMSC를 통

해 들어온 방대한 양의 빅데이터는 소프트웨어센터로 보내져 센터 내의 데이터분석팀과 소프트웨어개발팀을 거쳐 설계 개선, 운전효율 향상, 정비, 서비스 등 밸류체인별로 필요한 피드백을 주고받는다.⁵¹⁾

두산인프라코어는 GPS(위성위치확인시스템), GIS(지리정보시스템), 무선인터넷 등을 활용한 TMS로 고객 중심의 서비스를 제공하고자 한다. TMS는 원격통신과 정보과학이 합쳐진 시스템으로 장비에 장착된 단말기를 통해 실시간으로 위치추적과 사고감지 등 시스템 상태의 확인이 가능하다. 확인된 시스템의 상태는 스마트폰 등의 모바일 기기를 통해 전달되고 모바일 기기를 통한 원격리 제어도 가능한 시스템이다.

1.2.2. 현대중공업 : 선박의 스마트화를 통한 부가가치 창출

조선업체는 스마트십(Smart ship)을 통한 부가가치 창출에 노력을 기울이고 있다. 최근 조선업체가 장기불황에 빠지면서 ICT에 기반을 둔 전략을 통해 불황을 극복하고, 4차 산업혁명 시대에 대비하고 있다. 정부 차원에서도 2016년에 스마트십을 비롯한 친환경 선박 등을 7대 주력산업으로 선택한 바 있다. 2025년까지 필요 인력이 1만 2,000명에 이를 것으로 전망하고 있다⁵²⁾.

현대중공업은 선박의 주요 제어장치, 기록장치 등을 하나의 네트워크로 통합하고 디지털 분석기능을 적용한 통신망 ‘오션링크’를 구축하여 각종 데이터를 수집, 분석, 가공하고 있다. 이를 통해 선박의 경제적 운영은 물론이고 선박 건조에서부터 폐선에 이르는 일련의 과정에서 필요한 서비스를 제공할 수 있다.

기존 스마트십(Smart ship)이 엔진, 발전기 등 선박의 기관 상태를 원격 모니터링하고 제어하는 기능이었다면, 커넥티드 스마트십은 적용되는 소프트웨어에 따라 다양한 스마트십 기능을 구현하는 등 무한한 확장성을 갖고 있다. 특히 해상의 위험물을 자동으로 탐지하여 충돌을 예방하거나 기자재의 이상 여부를 모니터링·분석하여 선박의 유지·보수 비용을 줄여준다. 현대중공업은 2011년 110척을 시작으로 2012년 40척을 수주했고, 2013년부터 2015년 11월 말까지 3년간 51척의 스마트십을 수주하는 등 총 201척을 수주했다⁵³⁾.

현대중공업은 2017년 3월 조선업계 최초로 ‘ICT기획팀’을 신설하여 4차 산

업혁명의 본격적인 대응에 박차를 가하고 있다. 또한 울산대학교와 인력양성을 위한 협약을 체결하여 대학생을 대상으로 인력양성프로그램과 장기 인턴ship 등을 제공할 예정이다. 이를 통해 4차 산업혁명에 맞는 인재를 선제적으로 양성하는 데 지원하고, 기업현장의 실무경험을 갖춘 인력을 취업과 연계하고자 한다.

1.2.3. 롯데 : 빅데이터와 인공지능에 기반을 둔 유통서비스 제공

롯데는 인공지능(AI), 가상현실(VR) 등 ICT에 기반을 둔 4차 산업혁명에 대비해 미래가치를 창출할 수 있는 새로운 사업 기회를 발굴하고 있다. 빅데이터와 AI 기술을 활용해 고객별 맞춤형 서비스와 신뢰도 높은 상품정보, 전문성 있는 조언을 제공할 계획이다.

이를 위해 그룹 내 AI 추진 전담팀(2016년 9월)을 구성해 본격적인 4차 산업혁명 시대를 준비한다. 또한 한국 IBM과 업무협약을 체결하여 ‘지능형 쇼핑 어드바이저’와 ‘지능형 의사결정 지원 플랫폼’을 개발, 구축하여 유통분야의 혁신을 추진하고 있다. ‘지능형 쇼핑 어드바이저’는 챗봇 기반의 앱(APP)으로, 백화점 등 유통 관련 계열사에 도입할 예정으로 고객들이 챗봇과 대화하는 방식을 통해 상품추천 및 매장 설명, 온라인 픽업 서비스 안내까지 받아볼 수 있도록 구축하는 것이다. ‘지능형 의사결정 지원 플랫폼’은 제과 및 푸드 계열사의 신제품 개발을 위한 전략 수립에 활용하고자 하며 왓슨을 통해 다양한 외부 시장의 데이터와 내부 시스템의 매출 및 제품정보 등을 분석한 결과를 토대로 신사업 개발 및 출시를 위한 의사결정에 도움을 받을 예정이다.

롯데홈쇼핑 역시 2017년 3월 ‘빅데이터팀’, ‘모바일전략팀’ 등 빅데이터, 인공지능과 관련한 별도의 전문조직을 신설하여 빅데이터에 기반을 둔 새로운 사업을 강화하고자 한다. 홈쇼핑의 특성상 의류가 상당 부분을 차지하고, 특히 사이즈가 맞지 않아 반품·교환이 많으므로 빅데이터와 인공지능 시스템에 의해 고객의 구매이력이나 패턴, 신체사이즈에 맞는 최적의 상품을 제안함으로써 교환이나 반품에 드는 비용과 시간을 절약하고 쇼핑 만족도를 높일 수 있다는 것이다.

1.2.4 기타 국내 사례

국내 주요 기업은 4차 산업혁명에 대응하기 위한 다양한 변화와 선택을 시도하고 있으며, 이러한 변화는 곧 주력상품과 서비스의 변화로 이어질 것으로 전망된다. 아직은 많은 기업이 새로운 비즈니스와 연관하여 일자리 창출로까지 이어지지는 않지만 신규 사업의 진출, 확장을 통해 중장기적으로는 관련 분야의 고용에도 긍정적 영향을 미칠 것으로 전망된다.

삼성 SDS, SK C&C, LG CNS 등 IT기반 회사의 디지털화 전환도 박차를 가하고 있다. 삼성 SDS는 AI 기반의 플랫폼을 개발하고 관련 사업을 확충하기 위해 전문 인력을 확보하고 있다.

LG CNS도 기술을 보유한 전문 인력을 채용하는 등 ‘기술’ 중심의 조직문화를 만들고 제도를 확충하고 있다. 자체 개발한 테스트(LCP)를 통해 직원들이 가지고 있는 기술적 역량을 점검하고 목표치를 달성하도록 독려할 예정이다. 또한 기술관련 인력이외에 경영지원, 영업 등 비기술인력까지도 기술과 관련한 교육을 제공하여 전사차원에서 기술이 전파되도록 하고자 한다.

SK C&C는 인공지능과 클라우드 등 분야별 전문조직을 운영하여 사업의 디지털화를 가속시키고자 한다.

〈표 5-3〉 국내 주요 기업의 4차 산업혁명 대응전략

기업명	4차 산업혁명에 대응하는 주요 전략	주요 내용
삼성전자	2020년까지 모든 가전제품에 스마트 기능 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 가전제품을 중심으로 스마트홈 구축(기기 간 간편연결, 음성 인식과 인공지능을 기반으로 한 사용자 경험 혁신, 클라우드를 기반으로 연결된 모든 제품을 하나의 통합 앱으로 제어 등)을 목표로 2020년까지 전 가전제품에 스마트 기능을 적용할 예정 - AI, 사물인터넷(IoT), 자율주행자동차 등 4차 산업혁명과 연관된 핵심 인재를 유치하고 개방형 기술과 플랫폼을 확보해 빅데이터 기반의 스마트홈 서비스 개발에 전력
현대차	친환경, 스마트카 시장 대응	<ul style="list-style-type: none"> - 커넥티드 카 등의 스마트카와 친환경차 개발을 위해 집중투자와 연구개발을 시행할 계획이며 2020년까지 14종 이상의 수소전기차, 하이브리드 차량 등을 출시 - 새로운 신사업을 발굴하고 고부가가치를 낳기 위해 ‘미래전략실’을 두고 연구개발에 집중

기업명	4차 산업혁명에 대응하는 주요 전략	주요 내용
SK	사업구조의 근본적 혁신 시도	<ul style="list-style-type: none"> - 신경영전략인 ‘딥 체인지(Deep Change: 사업구조의 근본혁신)’ 선언 등을 통해 기존과 다른 사업구조의 변화 시도 - 특히 대규모 투자(SK텔레콤은 3년간 11조 원 투자계획, SK하이닉스는 7조 원 투자 예정)와 융합형 비즈니스 모델을 개발하여 4차 산업혁명에 대응하고자 하며 배터리, 인공지능(AI), 빅데이터 등 차세대 먹거리 분야에서 글로벌 역량을 갖춘 석박사급 인재 확보에 집중 - 공유와 개방을 통해 기업내외부의 경쟁력을 제고
LG전자	자동차부품, 에너지솔루션 등에도 집중 투자	<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능, 로봇, 자동차부품, 태양광 등 미래 성장사업에서의 기회를 지속적으로 확보해 성장을 가속할 수 있는 토대를 마련할 계획이다. 특히 2022년까지 창원1공장을 ‘친환경 스마트공장’으로 재건축하기 위해 6,000억 원 투자 예정 - ‘딥 러닝’ 인공지능 기술 기반의 스마트 홈 서비스를 확대할 예정 - 자동차 부품 사업을 위해 2013년 7월 VC사업본부를 신설(차량용 텔레매틱스, AVN(오디오·비디오·내비게이션)하는 등 새로운 시장 형성에 대응
포스코	제조업의 스마트화 추진	<ul style="list-style-type: none"> - ‘스마트포스코’를 추진하여 포스코형 스마트공장 모델을 개발하고, 중소기업 맞춤형 스마트 플랫폼도 제공할 예정 - GE 등과 협력하여 스마트팩토리 사업을 외부로 적극 확산할 예정
GS	조직구조의 혁신을 통한 대응	<ul style="list-style-type: none"> - 신속하고 유연하게 움직이는 조직구조 혁신을 통해 새로운 생태계를 구축할 예정 - ‘GS칼텍스’의 경우 ‘우리가 더하는 아이디어’라는 의미인 위디아(we+idea)팀을 신설해 국내외 시장의 불확실한 환경에 선제적으로 대응하고자 하며 ‘GS홈쇼핑’은 창의적이고 유연한 조직문화를 조성하기 위해 해커톤(사내 아이디어경진대회)과 스파크(사내 창업경진대회) 프로젝트를 진행 중
한화	스마트팩토리 사업 적극 진출	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트공장 사업에 적극 진출하고자 하며 이를 위해 ‘한화테크윈’ 등 주력 계열사에 스마트공장 플랫폼을 구축하고, 이 모델을 태양광·화학 등 다른 계열사 생산 라인에 확대해 제조 부문 성장엔진을 업그레이드할 예정 - ‘한화테크윈’은 1,000억 원을 들여 1만 4,000㎡ 규모의 창원 항공기엔진 로봇공장을 세우며 2018년까지 2배 증설 예정
대우건설	시공에서 안전까지 ‘스마트건설’ 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 2016년 대우건설이 개발한 ‘대우 스마트건설(DSC)’은 사물인터넷과 정보통신기술을 활용해 건설 현장의 안전이나 품질 등을 통합적으로 관리하는 시스템으로 3차원(3D) 설계를 기반으로 시공 정보를 수집할 뿐 아니라 스마트맵으로 분석까지 가능하며 사고 예방 및 신속처리 가능

기업명	4차 산업혁명에 대응하는 주요 전략	주요 내용
신세계	인공지능 적용으로 미래쇼핑환경 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 이마트 내 디지털기술 연구조직인 'S-랩'을 통해 미래쇼핑환경 구축(가정에서도 사물인터넷 기기로 손쉽게 주문하고 무인계산대에서 상품결제 가능)하고 IBM왓슨을 적용한 인공지능 휴머노이드로봇 '나오' 출시 - 정교한 고객센터 서비스 제공하고자 삼성전자와 업무협약해 쇼핑 패턴분석기술(히트맵)을 도입
KT	빅데이터, 인공지능기술 개발에 주력	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명에 대응하고자 빅데이터, 인공지능기술 개발에 주력 - 2022년까지 커넥티드 카(차량이 네트워크와 연결되어 자율 문제와 AI콘텐츠 서비스가 가능한 것) 플랫폼 사업을 통해 자동차소프트웨어 전문사업자로 도약 예정 - 신에너지를 차세대 성장동력으로 삼고자 세계 최초의 에너지 통합관제센터 'KT-MEG'를 개관
CJ (대한통운)	물류의 스마트화 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 물류로 불리는 '로지스틱스 4.0'을 적용해 물류산업의 디지털화를 주도할 예정 - 센싱 기술을 활용해 고객이 발송하는 물건의 크기, 무게, 방향 등의 정보를 자동으로 파악하고 운송비용과 동원 차량 수, 이동 경로 등을 효율화하는 과정은 로봇으로 대체
LS	스마트공장 기술 개발에 투자	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 주력 사업인 전선, 에너지 사업에 첨단 기술을 접목하는 방식으로 경쟁력을 키우고자 하며 특히 빅데이터와 스마트그리드·스마트공장으로 에너지 효율의 혁신을 이룰 계획 - 4차 산업혁명을 선도하기 위해 매년 핵심 설비와 연구개발 분야에 8,000억~9,000억 원을 투자하고 있으며 이에 맞춰 주요 계열사인 LS산전은 전력·자동화 분야 솔루션을 활용해 스마트그리드와 스마트공장 기술을 개발해 상용화하면서 기술력을 확보
미래에셋	인공지능에 의한 자산운용 확대	<ul style="list-style-type: none"> - 금융서비스에 인공지능의 역할을 확대할 예정이며 사람과 인공지능이 협업하면서 자산을 운용하거나 또는 인공지능이 독자적으로 자산을 운용하는 방식도 도입할 예정

제2절 창의적 일자리 창출을 위한 활동들

전통적인 직업에서의 일자리 창출에는 한계가 있다. 이제 고도 경제성장을 통해 대량의 일자리가 만들어지는 시대는 지났다. 고도화된 산업구조하에서는 기업의 매출 증가가 곧바로 종업원 채용 증가로 이어지지 않고 있다.

고용 없는 성장의 시대에 창의적 활동을 지원하고, 창의적 일자리를 만드는 것은 새로운 고용창출의 모델이 될 수 있다. 최근 기업 차원에서도 조직 내 다양한 아이디어를 수집·공유하고 이를 사업화하는 지원이 활발해지고 있다.

개인적으로도 보수가 높고 안정적인 ‘괜찮은 일자리’에 대한 고정관념에서 벗어난 사람들이 증가하고 있고, 기존과 다른 새롭고 혁신적인 직업에 관심을 갖기 시작하였다.

2.1. 스스로 직업을 만드는 ‘창직(創職)’

앞으로 ‘좋은 일자리’나 ‘좋은 직업’은 기존의 관념을 깨는 것일 가능성이 크다. 안정적인 일자리, 책상과 회의실이 갖춰져 있는 사무실 공간, 정해진 출퇴근 시간, 미리 계획되거나 지시된 업무가 아닌 시공간을 초월하여 프리랜서, 1인 기업가, 혁신적 창업가로서 자유롭게 협업하고, 특정된 한 기업에 고용되어 급여를 받는 것이 아닌, 혼자서 ‘일거리’를 수행하며 다양한 수요자로부터 성과물로 수입을 얻게 될 것이다. 물론 기존의 고용관계보다 더 불안정한 일자리일 수 있으나, 지금처럼 이들이 소수가 아니라 대다수의 근로자를 차지할 만큼 양적으로 늘어난다면 일거리를 중심으로 고용이 재편될 수도 있을 것이다.

더욱이 거대 공장이나 사무실 없이 어디에서든 플랫폼에 기반을 둔 기업 활동이 가능해지면서 향후 1인 기업가, 프리랜서 혹은 소규모 팀 단위의 기업이 증가할 가능성이 크다. 이들은 거대 조직이 수행하지 못하는 참신한 아이디어에 근거하여 좀더 미래지향적이면서 시장의 변화를 민첩하게 고려한 서비스를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

이런 의미에서 스스로 새로운 직업(창의적 일자리)을 만드는 ‘창직’ 활동이 주목받고 있다. 창직은 젊은 층에게는 열정과 창의력으로 무장한 기업가 정신 함양을 통해 새로운 일자리를 만들어 낼 수 있다. 중장년에게는 그간 축적한 지식, 경험, 네트워크, 노하우 등을 살려 제2의 인생을 설계하거나 본인의 경험을 사회에 공헌하는 계기가 될 수 있도록 도와준다.

이러한 노력은 이미 시작되었다. 정부부처, 지방자치단체, 민간, 개인을 중심으로 창직 활동이 전개되고 있다. 고용노동부에서는 대학생을 대상으로 ‘창조적 역량 인재 과정’ 사업을 운영하고 있다. 창직 과정에 참여하는 학생들에

게는 창작 비용을 제공하고 각종 멘토링이나 교육 등을 통해 본인의 적성, 흥미, 가치, 전공에 부합하는 새로운 아이디어를 도출하고 구현하는 활동을 지원하고 있다.

서울특별시, 제주자치도 등을 중심으로 지자체에서는 지역사회의 문제 해결과 일자리 창출을 위해 창작 활동을 전개하고 있으며 개인 스스로 활동하는 사람도 있다.

애완동물을 대상으로 재활서비스를 제공하는 ‘동물재활공학사’, 암환우를 대상으로 메이크업 서비스를 제공하는 ‘암환우 뷰티관리사’, 반려동물을 피사체로 사진을 찍는 ‘반려동물 사진사’ 등이 창의적 활동의 결과이다.

빅데이터, IoT, AI 등 신기술과 관련하여 단기적으로 많은 기업과 서비스가 등장하면서 일자리 창출이 가능할 수 있으나, 결국 중장기적으로 일자리 창출은 혁신적이면서 창의적인 아이디어에 기반을 둔 개인들을 중심으로 일어날 가능성이 크다. 특히 단순 반복적인 상당수의 일은 기계에 의해 대체된다고 볼 때 개인의 창의성은 일자리 환경에서도 더욱 부각될 수밖에 없을 것이다.

〈표 5-4〉 창작 사례

직업명	창직 내용	창직자
반려동물 사진사	반려동물 시장이 성장하면서 반려동물과 가족을 위해 추억을 담은 직업으로 반려동물을 피사체로 사진을 찍는 반려동물사진사 창직	고○○ & 임○○(대표)
동물재활공학사	재활보조기구가 필요한 반려동물에게 의지보조기와 보장구를 제작하여 장착하고 수리하는 동물재활공학사 창직. 반려동물 시장의 확대에 따라 사회적으로 필요한 직업임	이○○(대표)
암환우 뷰티관리사	여성 암환우의 미용에 대한 고민과 욕구를 반영하여 암환우의 피부와 미용을 전문적으로 관리하는 뷰티관리사 창직. 대학교 재학생으로 전공인 메이크업을 살려 새로운 영역을 만들	유○○ (대학교 재학)
푸드케이터	음식과 관련된 환경, 건강, 농업활동, 지역경제 등의 사회적 문제를 식생활 교육과 캠페인을 통해 개선하고자 창작. 식생활 교육콘텐츠와 커리큘럼을 기획하고 식생활개선 관련 강사를 육성하여 일자리 창출에 기여	노○○(대표)
메시지필름 제작자	임종을 앞둔 사람들이 자신의 삶을 회고하고 아내, 자녀, 친구들에게 남기고 싶은 메시지를 영상으로 담아 제시하는 메시지필름제작자 창직. 고령사회 진입에 따른 사회적으로 가치 있는 직업을 창작	이○○(대표)

직업명	창직 내용	창직자
음악캠프 컨설턴트	자신의 전공인 음악을 캠프와 접목하여 문화 경험이 적은 저소득층, 지방 거주 아이들에게 새로운 경험과 기회를 제공하는 음악캠프 컨설턴트 창직	전○○(대표)
매장전용 음악기획자	계절별, 시간별로 각 매장의 특성에 꼭 맞는 음악을 선곡하여 제공하는 것은 물론이고 개인(업주)의 목소리를 녹음하여 오디오 광고 및 안내방송을 매장에서 플레이할 수 있도록 하는 매장전용음악기획자 창직	김○○(대표)
농업마케팅 플래너	농업인을 위한 마케팅 플래너로, 농산물의 마케팅 효과를 제고하기 위하여 농산물의 특성을 고려한 포장지 및 박스를 디자인하여 저렴한 가격에 온라인 플랫폼을 통해 고객에게 제공함. 취업이 어려운 디자이너와 마케팅 지원이 절실한 농부를 연계하여 일자리 창출에도 기여	조○○(대표)
미술힐링 전문가	미술 전공자로 예술을 매개로 사람들과 소통하고 자연스럽게 미술을 접할 수 있는 성인을 위한 문화 예술 플랫폼 개발, 운영하는 직업	이○○ & 조○○(대표)
할랄 코디네이터	‘할랄’ 시장을 겨냥하여 이슬람율법 등 엄격한 기준을 가지고 국내에서 생활하는 사람들에게 필요한 의식주 정보를 제공하고 이를 위한 분류 기준 및 알고리즘을 개발하여 앱을 통해 제공	이○○(대표)

2.2. 신직업

새로운 비즈니스와 새로운 아이디어는 기존과 다른 직업을 낳는데 동력으로 작용하고 있으며 이러한 직업이 활성화되고 정착되기까지는 제도적 지원뿐만 아니라 서비스를 적극 소비하고 구매하려는 고객의 요구와도 부합되어야 한다.

전 세계적으로 저성장이 안착되고 또한 성장을 통한 대량 고용 창출에 한계가 생기면서 ‘괜찮은 일자리’ 갈증은 증폭되고 있다. 전문직을 포함한 다수의 기존 직업이 상대적으로 경쟁력이 약화되면서 ‘신직업’을 통해 일자리를 만드는 한편, 국민의 삶의 질을 개선하고자 하는 제도적 움직임이 시작되었다.

국내의 경우 2013년부터 본격적으로 ‘신직업’ 발굴 연구가 시작되었다. 신직업은 국내에 없으나 해외에는 활성화되어 있는 직업, 그리고 사회변화 트렌

드, 기술 발전 속도 등을 고려할 때 국내에 새롭게 세분되거나 전문화되어 등 장하게 될 직업을 말한다. 연구 결과 중 일자리 확장 또는 창출에 실질적 지원(제도 개선, 민간차원의 활성화 독려 등)이 가능한 직업은 정부 차원에서 2014년부터 2016년까지 70여 개의 신직업으로 발표되었다. 이들 70여 개의 신직업은 해외 직업의 벤치마킹뿐만 아니라 최근 우리 사회의 직업 변화를 관통하는 트렌드인 ‘저출산고령화’, ‘안전보안의식 강화’, ‘행복한 삶을 추구하는 가치 증가’, ‘평생직업의 시대’, ‘주거환경의 혁신’, ‘문화의 다양성’, ‘과학기술의 혁신’, ‘환경문제의 대두’ 등이 반영되었다고 할 수 있다.

물론 하나의 직업이 시장에 안착되어 고용을 창출하기까지는 고민해야 하는 여러 문제가 있다. 관련 산업은 동반성장 가능성이 있는지, 전문성을 발휘할 인력양성을 위한 교육훈련 시스템은 갖추어져 있는지, 일자리 창출을 위한 인력 및 서비스의 수요는 있는지, 그리고 법적·제도적 장치를 통해 해당 신직업을 육성할 근거는 있는지가 그것이다.

하지만 신직업의 의미를 기업 차원에서는 새로운 비즈니스를 견인할 새로운 직무를 제공한다는 점에서, 개인 차원에서는 청년층의 진로 탐색, 중장년층의 평생진로 개발을 위해 기존과 다른 직업에 관심을 가질 수밖에 없다는 점에서, 그리고 정부 차원에서는 경제를 견인하고 국민의 복지와 연계된 일자리 창출에 기여한다는 점에서 찾을 수 있다.

<표 5-5> 분야별 신직업

분야	신직업
안전·환경	연구실안전전문가, 온실가스관리컨설턴트, 화학물질안전관리사, 가정예코컨설턴트, 영유아안전장치설치원, 기업재난전문가, 방재전문가 등
건축·주택관리·도시재생	녹색건축전문가, 매매주택연출가, 주거복지사, BIM디자이너, 주택임대관리사, 도시재생전문가 등
사업서비스	민간조사원, 협동조합코디네이터, 지속가능경영전문가, 기업컨시어지, 신사업아이디어컨설턴트, 기업프로파일러, 의약품인허가전문가, 대체투자전문가, 직무능력평가사, 상품공간스토리텔러, 개인간(P2P)대출전문가, 의료관광경영컨설턴트, 기술문서작성가, 공공조달지도사, 곤충컨설턴트, 할랄전문가 등
인터넷·미디어	소셜미디어전문가, 미디어콘텐츠크리에이터, 디지털장의사, 사이버평판관리자 등

분야	신직업
과학· 첨단기술	연구기획평가사, 연구장비전문가, 빅데이터전문가, 3D프린팅운영전문가, 과학커뮤니케이터, 정밀농업기술자, 감성인식전문가, 인공지능전문가, 홀로그램전문가, 스마트팜구축가, 사물인터넷전문가, 핀테크전문가, 증강현실전문가 등
해양	해양설비기본설계사, 크루즈승무원, 레저선박시설전문가 등
개인서비스	진로체험코디네이터, 산림치유사, 주변환경정리전문가, 생활코치, 노년플래너, 동물간호사, 전직지원전문가, 문화여가사, 임신출산육아전문가, 분쟁조정사, 문신아티스트, 정신대화사, 그린장례지도사, 애완동물행동상담원, 이혼플래너, 정신건강상담전문가(자살예방, 약물중독, 행위중독), 자동차튜닝엔지니어 등
의료·보건	병원야동생활전문가, 원격진료코디네이터, 의료정보분석사 등

2.3. 메이커스 운동

2.3.1. 메이커스 운동의 의미

메이커스 운동(Maker's movement)은 아이디어를 제품화하고 싶지만 자본과 시장 기반이 없는 개인이 누구나 제조, 판매를 할 수 있도록 오픈소스 하드웨어, 디지털 장비 등을 개인들이 자유롭게 사용할 수 있도록 제공하여 시제품을 제작해 보고 아이디어를 실현하도록 지원하는 활동이라고 할 수 있다. 개인블로그, 트위터, 유튜브 등이 개인미디어콘텐츠 창작자에게 활동의 플랫폼을 제공해준 것처럼 메이커스 활동을 위한 랩에서 3D프린터, 소프트웨어 등을 활용하여 아이디어 기획, 장치의 설계, 제작에 이르는 일련의 과정을 시도해 볼 수 있다. 이 과정에서 개인들은 여러 사람과 아이디어나 지식을 공유하게 된다.

예를 들어 기업이 공장에서 비싼 레이저절단기나 금속절삭기로 제품을 만들던 것이 이제는 그보다 훨씬 저렴한 3D 프린터로 개인이 제품 프로토타입을 만들 수 있다. 디자이너는 까다로운 코딩을 하나하나 하지 않고도 컴퓨터 보드의 일종인 아두이노⁵⁴⁾를 이용해 간단하게 디자인을 디지털화 할 수 있다. 사진이나 비디오를 인터넷에 올리려면 복잡한 레이아웃 코드를 넣어야 했지만 이제 복사, 붙여넣기와 업로드 버튼으로 끝나는 것처럼 작업 도구의 혁신이

메이커스 운동의 기반이 되었다.

전통적으로 무언가 제조, 판매하려는 사업자에게는 높은 진입장벽이 있었다. 기업형 대량생산 시대에 무언가를 제조하기 위해서는 자본이 필요했다. 제철에는 용광로가, 자동차 제조에는 조립라인이, 엔진 제조에는 기계 장비가 필요했다. 부품 공급업자도 찾아야 하고, 유통망과 보관용 창고도 필요했다. 사업을 시작하는 것은 비싸고 위험을 감수해야 하는 어려운 일이었다. 하지만 누구나 제품을 만들 수 있는 기술적 환경(3D스캐너, 디지털 커팅기, 촬영 스튜디오, 평판 프린터, 플로터 등)을 활용한 메이커스 운동으로 제조업의 개념이 달라지고 있다. 제작 도구를 무료 또는 매우 저렴한 비용으로 쓸 수 있는 ‘메이커스 공간’(maker-spaces)과 같은 민간의 공동작업장도 늘어나고 있다. 만든 상품을 알리고 판로를 찾는 국내외 전시 행사도 확산되고 있다. 정부, 지자체 및 기업의 관심과 지원도 늘고 있다.

하나의 제품이 완성되어 출시되기까지 많은 시간과 비용이 소요되는 예전과 달리 4차 산업혁명의 시대에는 누구나 디지털 제작 도구를 활용하여 본인이 희망하는 제품을 만들고 판매할 수 있는 것으로 기업의 제조환경이 급변하고 있다. 또한 플랫폼을 통해 제조공정이 오픈되고, 대량생산이 아니라 소비자가 원하는 개인맞춤제품을 즉각적으로 만든다는 특징이 있다. 특히 제작에서부터 판매에 이르기까지 독자적으로 수행하는 1인 기업이 증가할 것으로 전망된다. 메이커스 운동은 아동, 청소년, 성인 등 누구나 본인이 상상하던 것을 제품으로 당장 실현해 보는 시험의 장이 된다는 데에 의미가 있다.

일반적으로 일자리 창출은 회사의 초기 몇 년 동안 집중적으로 일어난다.⁵⁵⁾ 메이커스 운동은 스타트업 회사나 1인 기업의 창업이 쉽도록 지원함으로써 일자리 창출 측면에서 주목받고 있다.

2.3.2. 메이커스 운동의 확산

미국의 팹랩(Fab Lab: Fabrication Laboratory)은 대표적인 메이커스 랩 중의 하나이다. 2004년 MIT 닐 거센필드 교수가 시작한 팹랩은 당초 정부 지원을 통해 교내에 레이저 절단기, 3D프린터 등을 구비하여 대학생에게 실험 환경을 제공하는 것이었다. MIT를 비롯하여 미국과 캐나다에 107개소, 유럽에

270개소(2015년 9월 기준)가 만들어져 레이저 절단기, CNC, 밀링머신, 3D프린터를 이용해 아이디어를 제품화할 수 있는 곳으로 운영되고 있다. 펍랩은 재원 출처, 조직, 운영 목적과 형태에 따라 공공형, 교육형, 사업형으로 구분된다. 이 중 사업형은 제조업 기반의 스타트업들이 가장 많이 활용하는 곳으로 개인 사용자가 장비나 공간을 유료로 대여해 시제품을 제작하는 공간이다.⁵⁶⁾

기업에서는 GE(제너럴 일렉트릭)의 메이커 스페이스(Maker Space)인 ‘퍼스트빌드(FirstBuild)’가 대표적이다. 퍼스트빌드는 GE가 민첩한 메이커 정신을 디자인 및 제조 과정에 반영하기 위해 가전제품 부문 자회사로 만들었다. 퍼스트빌드는 더 작고, 더 빠르고, 더 다양한 고객맞춤형 선택지를 제공하는 것을 고민한다. 퍼스트빌드 담당 CEO 벤카트는 “10년 전에는 이런 방식의 접근은 불가능했다. 메이커스 운동은 소규모 제조를 가능하게 하는 도구를 발견하고 이용한다”라고 말했다.⁵⁷⁾

미국 정부와 지자체 차원에서도 메이커스 운동에 주목하고 있다. 백악관은 ‘메이커를 위한 주간(National Week of Making)’ 행사를 열어 메이커스 운동에 대한 지원과 확산에 노력을 기울인다.⁵⁸⁾ 지역 사회의 메이커스 운동과 지자체 및 세계 간 연결을 모색하는 ‘메이커 시티 계획(Maker City Initiative)’도 진행하고 있다.⁵⁹⁾ 메이커스 운동과 이를 지원하는 지역사회의 역할을 모색하는 ‘메이커 시티’를 위한 교육 및 제도적 지원 등의 구상도 ‘미래를 위한 기관(Institute for the Future)’ 등 비영리 연구기관 등에서 활발하게 이뤄지고 있다.⁶⁰⁾

메이커스 운동이 조직적으로 확산한 대표 사례로는 미국의 ‘메이커 페어(Maker Faires)’⁶¹⁾가 있다. DIY 정신에 입각해 예술, 공예, 엔지니어링, 과학 프로젝트를 만들거나 참여 과정 및 결과를 소개하는 행사이다. ‘메이크 매거진(Make magazine)’⁶²⁾ 주최로 캘리포니아 산 마테오, 디트로이트, 뉴욕에서 열리며, 뉴욕 행사는 ‘월드 메이커 페어’로도 알려져 있다. 2008년 산 마테오에서 처음 개최되었을 때 사람 크기의 마우스트랩(Mouse Trap) 보드게임과 움직이는 오징어 모형, 55인치 날개를 단 철제 자동 나비, 자전거로 생산한 전력으로 운영되는 음악 스테이지 등 다양한 창작자(Maker)가 참여해 500개 이상의 부스가 설치되었다. 참가자는 6만 5,000여 명을 기록했다. 스타워즈와 매트릭스의 특수효과를 맡았던 산업디자이너 등 업계 유명 인사도 참여한다. 작은 규모의 메이커 페어는 미국 전역뿐 아니라 캐나다, 영국, 홍콩 등에서도 열리고

있다⁶³⁾. 서울 메이커 페어는 2017년 10월 열린 행사로 6회째이다.⁶⁴⁾

한국에서도 종로 세운상가에 2013년 ‘팹랩 서울’이 오픈되었다. 금속절단기, 목재가공 CNC, 3D프린트 등을 비치하고 창업을 원하는 사람들이 시제품을 만들거나 정보를 공유하고 사업 컨설팅을 받을 수도 있다. 무료 오픈데이를 통해 일반인 누구나 무료로 장비를 활용하여 원하는 제품을 만들 수도 있다. 청소년을 위한 프로그램도 제공된다. 최근 건국대(스마트팩토리), 서울대(해동스마트팩토리) 등 대학에서도 메이커스 랩을 통해 학생들이 자유롭게 제품을 만들고 창업으로 연계될 수 있도록 지원하고 있다.

2.4. 기업 내 창의 활동 지원

기술 발전이나 새로운 비즈니스 창출은 기존과 다른 혁신적 아이디어와 창의성이 뒷받침되어야 한다. 기업의 생존 전략에 혁신이 요구되면서 종업원들의 창의적 아이디어를 독려함으로써 새로운 가치를 창출하고 근로자의 역할을 강화하고 독립적으로 성장하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 지원 활동은 기업의 성장을 이끌어 내고, 이는 결국 일자리 창출로 이어질 수 있다.

물론 기업 내 혁신적 아이디어에 대한 지원 활동이 당장 대량의 일자리를 만들어 내는 것은 아니다. 하지만 산업 간 경계가 허물어지고 서비스의 융합이 가속되는 이때, 조직 내 구성원들의 자유롭고 독창적인 생각과 아이템이 제품과 브랜드로 이어지는 것을 독려할 필요성이 점차 커지고 있다. 창의적 아이디어와 조직지원 활동이 새로운 시장 진출과 사내 창업으로 이어지는 경우 고용창출 효과를 발휘하게 될 것이다.

한편 기업들이 구성원의 집단지성(Collective Intelligence)을 제품과 공정 혁신에 활용하는 사례도 증가하고 있다. 기술발전이 거듭되는 미래사회에서는 문제의 복잡도가 더 커지고 있고 이를 해결하기 위해서는 우수한 특정 개인의 힘보다는 집단의 힘이 더 요구되고 있다. 여러 의견과 지식을 가진 사람들이 모여 서로 정보를 나누고 협력하면서 기존에 전혀 생각하지 못한 아이디어가 집단지성을 통해 등장할 수 있다. 집단지성의 대표적인 예는 누구나 편집에 참여할 수 있는 ‘위키피디아’이다.

최근 기업의 경영에도 집단지성을 활용하여 아이디어를 수집, 공유하고 이

를 구체화하는 작업이 진행되고 있다. 이 과정에서 기업 등 공급자 중심의 상품기획이 아니라 수요자인 소비자, 고객의 입장과 의견이 충분히 반영되어 좀 더 시장성 높은 상품과 서비스 제공이 가능해질 수 있다. 수요자 중심의 온디맨드(On-demand) 경제 시스템이 확대되면서 수요자의 의견을 즉각적이고 광범위하게 수용해야 하는 기업으로서는 조직 내외의 여러 채널을 통해 아이디어를 수집, 공유하고 경쟁력을 높이고자 하는 움직임은 매우 의미가 있다.

2.4.1. 삼성전자⁶⁵⁾ : 창의활동을 통한 조직 내 혁신성 제고

삼성전자는 2012년부터 직원들의 혁신적이고 창의적인 아이디어를 공모하여 사업화 가능성이 높은 팀을 선발하여 독립사업체로 분사할 수 있도록 지원하는 ‘C랩(Creative Lab)’을 운영하고 있다. 2017년 5월 현재 163개의 프로젝트가 진행되었는데 646명의 임직원이 참여하였으며 20개 이상의 기업이 독립하였다.

기업 간 경쟁이 국경을 넘어 가속되는 상황에서 대기업은 의사결정 속도가 느리고, 사업 실패에 대한 두려움의 증대 등 보수적인 특성은 단점으로 작용한다. 삼성전자의 C랩은 스타트업이 가지는 장점을 살리면서 회사의 제품과 서비스에 혁신을 가져오고 나아가 새로운 업무방식의 전환으로서도 의미가 있다고 할 수 있다.

C랩 운영 절차는 다섯 단계로 이뤄진다. 첫 번째 아이디어 발굴 단계에서는 아이디어를 제안하여 향후 개발하고자 하는 콘셉트를 담당자가 설명한다. 두 번째 콘셉트 개발 단계는 팀 구성과 멘토링이 이뤄진다. 세 번째 프로토타입 개발·증명을 거쳐, 네 번째 각 팀에서 제작한 제품은 각종 해외 전시회(CES, IFA, MWC 등)에 소개된다. 마지막으로 제품의 사업성이 우수하다면 삼성전자 내에 남겨나 독립기업으로 분사하기도 한다.

C랩을 통해 개발된 사례를 보면 거동이 불편한 사람도 PC를 사용할 수 있도록 고안된 ‘안구마우스(eyeCan)’, 뇌중풍(뇌졸중) 전조 증상을 감지할 수 있는 모자 ‘뇌예모’, 모바일 VR 컨트롤러 ‘링크(RINK)’, 스마트 벨트 ‘웰트(WELT)’, VR 강화 휴대전화 ‘엔트림 4D’ 등이 있다.

C랩 외에도 삼성전자는 ‘모자이크(MOSAIC)’라는 사내 집단지성 시스템을

두고 임직원이 기술발전과 서비스 개선에 대해 자유롭게 아이디어를 내면 이를 지원하고 적극적인 창의활동에 참여한 임직원에게는 인사 가점을 부여하고 있다.

2.4.2. 네이버⁶⁶⁾ : 개인의 아이디어를 프로젝트로 연결

네이버는 2015년부터 사내 독립기업제도인 CIC(컴퍼니 인 컴퍼니: Company-In-Company)를 도입하여 사업성이 있는 서비스를 지원하고 경영 전반을 독립 운영하도록 했다. 2014년부터 개인의 아이디어를 프로젝트화하여 육성하고, 직원 누구나 다양한 아이디어와 아이템을 제안할 수 있다. 가능성이 높은 아이디어는 셀(Cell) 조직을 만들어 활동할 수 있으며, 미래 성장 가능성이 높은 셀은 독립법인으로 분사하여 인사, 예산, 사업권 등에서 재량권을 갖는다. 2017년 5월에 웹툰&웹소설 CIC가 독립법인으로 출발하였으며 엔터테인먼트, 스포츠 등과 관련한 셀이 현재 활동 중이다.

네이버의 CIC는 아이디어 구상에서부터 실행까지 직원들의 자유로운 참여를 독려한다. 단순한 창업 관련 조직이 아니라 실제 사업성이 있는 독립기업으로까지 발전하고 이 과정에서 직원들은 기업가정신을 함양한다. 이는 시장을 이끄는 아이템을 사전 선별하여 적극적으로 육성함으로써 치열해지는 글로벌 경쟁에 우위를 점하고자 하는 노력이 내포되었다고 할 수 있다.

네이버는 CIC 외에도 ‘오픈 프로젝트’, ‘아이디어 마켓’ 등 다양한 비즈니스 어워드를 개최하고 있다. 소속이나 직급에 상관없이 서비스의 혁신을 가져올 만한 아이템이 있다면 누구나 제안 가능한 채널을 두고 있다.

2.4.3. 포스코⁶⁷⁾ : 벤처기업의 창의적 아이디어를 사업화

포스코에서 운영하는 ‘아이디어 마켓플레이스(Idea market place)’는 2011년 신사업 아이디어 공모에서 시작되었다. 2017년까지 142개 회사를 발굴하고 547명의 고용창출 효과를 거뒀다. 아이디어 마켓플레이스는 청년의 창업과 벤처기업을 지원하는 프로그램이다. 아이디어 기획 단계에서부터 비즈니스 모델 구축, 성장관리까지 일체의 과정을 모두 지원하는 프로그램으로 2차 투자자들과 벤처기업을 연결해 주는 역할도 한다. 창업초기의 엔젤투자자 역할과 함께

인큐베이터로서의 기능도 제공하여 벤처기업의 안정적인 시장정착을 유도하고 일자리 창출을 하고자 한다.

수집된 아이디어는 1차 심사를 통해 적합성 여부를 검증하고, 2차로 사내 외 전문가를 통해 심사하며, 최종적으로 ‘아이디어 육성캠프’를 통해 전문 멘토링, 프레젠테이션 심사 등을 거친다. 또한 투자자들에게 아이디어를 적극 홍보하고, 시제품 전시관을 통해 사업화 가능성을 체험하도록 한다.

이는 성장 가능성이 있는 벤처기업을 선정하여 이들의 성장을 지원하는 데도 목적이 있으나, 기업의 차세대 신사업과 관련성이 높은 기업을 집중 육성한다는 목표가 있다. 최근에는 인공지능, 로봇, 사물인터넷, 스마트팩토리 등과 관련 있는 기업을 지원함으로써 포스코 ICT 등의 사업과 협업할 예정이다.

2.4.4 아모레퍼시픽⁶⁸⁾ : 린 스타트업을 통해 급변하는 시장에 승부

1945년에 태평양화학공업사로 창업한 아모레퍼시픽은 글로벌시장을 선도하고 고객의 다양하고 까다로워지는 니즈를 반영하기 위한 새로운 시도 중 하나로 ‘린 스타트업(Lean startup)’을 2016년부터 운영하고 있다.

린 스타트업은 새로운 아이디어가 나오면 신속히 시제품을 만들어 시장 반응과 성과를 모니터링하고 피드백과 제품 개선 과정을 반복하여 성공확률을 높이는 것이다. 기존의 제품생산 과정은 기획단계에서부터 제품 출시에 이르기까지 꽤 긴 시간이 소요되고, 실패를 줄이기 위해 체계적이고 꼼꼼하게 진행된다. 반면에 린 스타트업은 창의성과 혁신성을 기반으로 시장성이 있다고 판단되면 시행착오를 거치더라도, 먼저 제품을 신속히 출시하여 시장반응을 살펴본다는 점에서 차이가 있다. 빠르게 변화하는 시장상황에 민첩하게 대응하고, 고객의 반응에 충족하지 못한 제품이라면 과감한 아이디어 수정과 변경이 가능한 특징이 있다.

아모레퍼시픽은 2016년 1월부터 3~4명의 팀원으로 구성된 2개의 사내벤처인 린 스타트업을 통해 ‘온라인 전용 브랜드’를 테마로 2개의 새로운 제품(아웃도어 스포츠용 선케어 브랜드 ‘아웃린’, 임산부용 브랜드 ‘가온도담’)을 출시하였다. 비록 작은 규모의 팀 조직이지만 기존의 제품브랜드와 차별화된 아이

디어로 창의적인 브랜드를 기획하고 제품을 출시함으로써 경쟁이 치열해지는 업계에서 경쟁력을 높이고자 한다.

2.4.5. 하이얼(중국)⁶⁹⁾ : 직원 모두 창업에 동참하도록 독려

1984년 중국 칭다오(靑島)에서 냉장고 제조 소기업으로 시작한 하이얼은 현재 중국 최대 전자제품회사로 자리매김하였다. ‘회사가 개인에게 일자리를 주는 것이 아니라 일자리를 만들 수 있는 기회를 제공하는 것’이라는 채용원칙 아래 지속적인 혁신을 거듭하고 있다.

하이얼은 2012년부터 사내 벤처조직인 ‘샤오웨이’를 운영하고 있다. 샤오웨이는 ‘매우 작다’라는 의미로 장루이민 회장이 모든 직원이 창업할 수 있는 생태계를 만드는 것을 경영목표로 삼은 점을 반영한다고 할 수 있다. 샤오웨이는 서비스나 제품과 관련한 아이디어를 직원이 내면 하이얼로부터 자본, 인력, 기술 등을 지원받아 시장성이 있도록 다듬는 과정을 거친다. 회사를 하나의 오픈 플랫폼으로 인식하고, 여러 개의 작은 조직이 하이얼 속에서 운영되도록 하면서 창업을 지원한다.

2015년 현재 4,000여 개의 샤오웨이가 활동하고 있다. 구조조정으로 실직한 인력도 상당수가 샤오웨이에 재입사하여 다양한 아이디어 창출과 사업화 과정을 이어 가고 있다. 게임전용 노트북인 ‘라이신 게이밍북’, 휴대전화 앱을 통해 가정 내 수질을 체크하는 서비스 ‘수이허쯔’ 등이 샤오웨이를 통해 출시된 대표적 상품이다.

여타의 대기업처럼 제품기획에서부터 출시, 마케팅에 이르는 일련의 과정에 다양한 의사결정이 개입되면 유연성을 잃을 수 있다. 반면에 민첩한 작은 조직은 다양한 신제품의 출시주기가 짧으면서 제품과 기업의 생명이 단축되는 것에 대응하는 전략이라고 할 수 있다.

2.4.6. Software AG(독일)⁷⁰⁾ : 디자인 싱킹을 통한 창조적인 협업

Software AG는 1969년 독일 다름슈타트시에서 창립되었다. Software AG는 SAP와 Wincor Nixdorf의 매출액이 가장 많은 독일의 소프트웨어 제조사이다.

Software AG는 세 가지 경영분야로 나누어져 있는데, 그중 Digital Business Platform(DBP)의 규모가 가장 크다(총 매출의 50%). Software AG는 70개국에 4,337명의 직원을 두고 있고, 2015년에 8억7,300만 유로의 매출을 올렸다. 사물인터넷(IoT) 전문잡지인 IoT Evolution은 DBP를 2015년 올해의 상품으로 선택한 바 있다. 2016년에는 ‘혁신 세계(Innovation World)의 혁신 상(Innovation Awards)’이 디지털 전환이라는 테마를 다룬 프로젝트에 수여되었다. 이 기업의 가장 큰 대주주는 Software AG 재단(주식보유율 약 30%)이다. 이 재단은 학문을 지원하고 교육, 어린이 및 청소년 지원, 장애인 지원, 노인 지원, 자연 지원 분야에서 자조(自助) 프로젝트(self-help projects)를 후원한다.

독일의 하이테크 제조사인 소프트웨어주식회사는 혁신적인 제품과 서비스를 제공하기 위해 ‘디자인 싱킹(Design Thinking)’을 도입하였다. ‘디자인 싱킹’은 조직 내의 집단지성을 적극 활용하여 사용자의 관점에서 제품이 만들어질 수 있도록 종업원들의 사고와 지식을 교환하도록 지원한다. 여러 부서에서 온 직원들로 구성된 ‘복합팀’을 만들어 협업을 통해 문제를 해결하고, 새로운 아이디어 개발에서도 팀원들의 의견수렴을 적극 거친다. 복합팀은 포털을 실제 사용해 보고 개선 사항을 건의하였다. 서로 열린 상황에서 아이디어를 내고, 소비자의 입장에서 냉정하게 의견을 교환하면서 서비스 질이 향상되었다. 포털에 대한 개선이 이루어져 헬프데스크의 이용자 오류도 현저히 줄어들었다. 이전에는 유연성이 없고 폐쇄적이라고 여겨졌던 기업의 IT 서비스 포털이 ‘디자인 싱킹’을 통한 협업과 정보교환으로 개선되었다고 한다.

이렇게 조직 내부에서 혁신에 대한 아이디어를 풍부히 제안하는 것은 외부의 컨설팅업체에 의뢰하는 것보다 비용은 절감하면서도 문제 해결의 근원을 직원 스스로 찾아낼 수 있다는 장점이 있다.

2.4.7. 로컬모터스(미국)⁷¹⁾ : 오픈 이노베이션을 통한 아이디어 수집이 기업의 경쟁력

2007년 설립된 로컬모터스는 오픈소스를 통해 자동차를 제작하는 회사로 미국 내 혁신을 선도할 벤처기업으로 주목받고 있기도 하다. 로컬모터스는 세계 최초로 3D프린팅 자동차를 생산하고 상용화한 업체로 알려져 있고 IBM의

왓슨을 자동차에 최초 적용한 기업이기도 하다. 아이디어를 대중으로부터 구하고 이를 제품생산 전 과정에 도입하는 것에서 남다른 혁신을 보여주고 있다.

자동차 애호가로 구성된 온라인커뮤니티를 구성하여 자동차 디자인 스케치, 설계, 생산, 출시, 판매에 이르는 전 과정에 참여하도록 한다. 회원 2만 5,000여 명이 제안하는 다양한 디자인과 콘셉트, 기능 등이 어우러지며, 자동차 제조 전 공정은 공개된다. 차량개발 과정에서 다수의 전문가 의견수렴 과정도 거치며 제작과정에서 문제가 발생하면 즉각 수정한다.

클라우드 소싱(Crowd sourcing)과 맞춤형 소량생산을 통해 기존의 전통적인 제조업에서의 자동차 생산방식에 획기적 변화를 가져왔다. 총 근로자가 100명인 ‘작은 공장(Micro factory)’ 체제로 민첩하게 운영된다. 선주문 후생산 방식을 취함으로써 재고를 쌓아두거나 관리할 필요가 없는 이점도 있다.

<표 5-6> 로컬모터스의 이노팩처링(Innovation-manufacturing)

유형	이노팩처링
차량제조	세계 최초로 3D프린터 이용 자동차를 ‘인쇄’
차량디자인	수만 명의 아이디어를 취합하는 집단지성 방식
차량연구개발(R&D)	개발의 전 과정을 공개하는 오픈소스 방식
차량소프트웨어	IBM개발 인공지능 컴퓨터 왓슨을 최초로 차량에 적용

출처: 이코노미스트(2016.12.12.)

제3절 소결

제조공장의 지능화, 데이터를 통해 가치를 창출하는 기업이 시장을 선점하는 생태계, 제품과 서비스에 대한 기존의 편견을 깨는 ‘디지털 파괴자’의 등장 등 앞으로 기업들이 직면하게 되는 상황은 어쩌면 예측불가능할지도 모른다. 데이터를 통한 초연결 사회, 산업 간 융합, 인공지능 활용 등 4차 산업혁명 기술 혁신은 위기와 기회가 공존하는 새로운 시대를 열 것으로 예상된다.

세계 각국은 저마다 대응 전략을 짜고, 우수 기업들은 새로운 먹거리를 찾

아 경쟁력 강화에 나서고 있다. 기업들은 저마다 뉴비즈니스와 대응전략 마련에 분주히 움직이고 있다.

우리 기업의 인식은 어떠할까? 4차 산업혁명을 “철저히 준비하고 있다”라고 응답한 기업은 2.2%에 불과하고, “준비하고 있다”라고 응답한 기업은 26.7%였다. 나머지 대부분의 기업들은 “준비를 잘하지 못하고 있다”라거나, “전혀 준비를 하지 못하고 있다”라고 응답하였다(정민, 2017). 많은 기업은 4차 산업혁명 도래로 기업 생태계가 급변할 것을 인식하면서도 대응 수준은 미흡한 것으로 나타났다.

4차 산업혁명의 도래로 일자리에 대한 낙관론과 비관론이 공존하지만, 새로운 비즈니스와 서비스 제공의 확대는 새로운 고용창출의 기회가 될 수 있다. 하지만 기술발전에 따른 뉴비즈니스 발굴만으로 기업의 경쟁력이 제고되고, 생산성 향상을 통해 고용창출 효과를 기대하기에는 한계가 있다. 신사업 발굴과 함께 유연한 조직문화, 창의성과 혁신성을 우대해 주는 경영전략이 동반되어야 한다.

또한 창의적이고 실험적인 활동을 통해 아이디어가 제품, 서비스, 사업으로 이어지기 위한 다양한 활동이 늘어날 수 있도록 정부, 지자체, 대학, 기업 모두가 좀더 적극적인 지원에 나서야 한다. 기획에서부터 제품 출시에 이르는 일련의 과정이 눈부신 속도로 빨라지고 있고, 사람들이 원하는 서비스도 점차 세분화·전문화되고 있으므로 이에 적절히 대응할 수 있는 인력 양성도 계속되어야 한다.

주석

- 46) 본 보고서의 또 다른 흥미로운 연구 결과는 로봇에 노출이 많은 노동자일수록 근속 연수가 길어질 가능성이 높다고 한다. 과학 연구와 경영 관리처럼 고도의 기술을 보유한 노동자의 경우 로봇 노출도가 클수록 임금 증가도 두드러졌다. 고도의 기술을 가진 노동자는 로봇으로 대체되기보다는 로봇을 확산 운영하는 데 필수적이기 때문이다. 그러나 저숙련, 특히 제조업의 중간기술자는 로봇 도입으로 저임금의 누적 손실을 겪었다. 또 로봇 노출이 높은 산업에 새로 진입하는 노동자가 적은데, 이에 따라 새로운 청년 일자리가 줄어든 것으로 보았다.(NEWS1, ‘무인공장 최선두 獨 … 로봇은 일자리를 죽이지 않는다’, 2017.9.23.).
- 47) 위키백과, ‘우버’, 2017.12.5.
- 48) www.gereports.kr(‘GE뉴스레터’ 재가공).
- 49) 산업인터넷: 제조공장, 의료, 철도, 전력 등 산업현장 전반에 사용되는 인터넷으로 사이버물리시스템(Cyber Physical Systems), 사물인터넷(IoT), 빅데이터 솔루션 등 정보통신기술(ICT)을 적용함으로써 정확하고 빠른 의사결정에 필요한 정보를 제공하고 시스템 운영 관리 최적화 그리고 고객에게 가치 있는 정보를 제공하여 산업의 혁신역량을 강화할 수 있다(한국정보통신기술협회, ‘IT용어사전’).
- 50) 독일 IT기업인 SAP는 비즈니스 소프트웨어 전문회사로 세계적인 선도주자다. 상대적으로 젊은 이 기업(1972년에 창립)은 오늘날 130개국에 지사를 두고 있고 약 7만 7,000명의 직원 중 대부분이 대학 졸업자(80%)이다. 도르프시에 본사를 두고 있는 이 소프트웨어 대기업은 2015년에 2,080억 유로의 매출을 올렸다.
- 51) 위클리 오늘, ‘두산, ICT혁신기술로 미래제조업 길 연다.’, 2017.7.27.
- 52) 국제신문, ‘4차 산업혁명시대(6) 조선해운업 스마트십 바람’, 2017.11.1.
- 53) 해양한국, ‘4차 산업혁명시대의 해사산업계(5) 조선업, 스마트십으로 경쟁력 강화’, 2017.3.31.
- 54) Arduino: 물리적인 세계를 감지하고 제어할 수 있는 인터랙티브 객체들과 디지털 장치를 만들기 위한 도구. 프로그래밍 학습용으로 많이 쓰임(시사저널, 아두이노 홈페이지: <https://www.arduino.cc>).
- 55) 기업활동 및 교육연구 비영리 재단 카우프만 파운데이션(Kauffman Foundation) (2016.2). “The Looming Entrepreneurial Boom: How Policymakers Can Renew Startup Growth”, 애틀랜틱 저널.
- 56) 전자신문, ‘스타트업 2.0, 팹랩(Fab Lab)이 뜬다’, 2013.4.8.
- 57) 퍼스트빌드 CEO 벤카트 발언 상세: “인쇄회로기판(circuit board milling) 한 대에 지금은 8,000달러가 든다. 가전제품용 회로판이 필요하면 예전에는 중국에서 들여와야만 했다. 요즘은 여기서도 회로판을 만들어 빠르게 조달할 수 있다. 비슷한 예가 소형 레이저 절단기로, 이제 여기서도 바로 금속을 절단할 수 있다. 이것은 굉장한 이점이다. 10년 전만 해도 이런 환경은 없었다. 이런 참신한 해결 방법은 당시에는 찾을 수 없었다.”
- 58) <https://obamawhitehouse.archives.gov/nation-of-makers>
- 59) 메이커 매거진, ‘What Is a Maker City?’ (2015.6.5.). 테크놀로지 전문미디어 Techonomy, ‘Civic Jazz in the New Maker Cities’(2015.9.13.)
- 60) <http://www.iftf.org/future-now/article-detail/maker-cities2/>
- 61) <https://makerfaire.com>
- 62) <https://makezine.com>
- 63) Mini Maker Faire는 캐나다 밴쿠버 <https://vancouver.makerfaire.com>, 미국 보스턴 <https://boston.makerfaire.com>, 그리스 아테네 <http://makerfaireathens.com/en/>, 호주 시드니 <https://makerfaresydney.com>, 포르투갈 리스본 <http://makerfairelisbon.com/en/>

등 전 세계에서 진행된다.

- 64) 서울 메이커 페어, <https://makerfaire.co.kr>
- 65) 삼성전자 뉴스, '이재일 삼성전자 창의개발센터장 인터뷰 내용'. <https://news.samsung.com/>
- 66) 아시아경제, '네이버의 또 한 번의 실험, 사내 독립기업제도 도입', 2015.2.4.
- 67) 매일신문, '정체기를 맞고 있는 경제 환경 속에서 미래 성장을 견인하는 가장 확실한 방법은 우리 스스로 혁신적인 아이디어를 발굴하고 상업화하는 것이다_ 권오준 포스코 회장 인터뷰', 2017.6.22.
- 68) 아모레퍼시픽 홈페이지(www.amorepacific.co.kr), 데일리팝(2016.5.4.)
- 69) 이코노미조선, '중국식 혁신 선두주자② 하이얼', 2016.7.6.
- 70) BMWi(2016)에서 발췌 및 정리
- 71) 중앙일보, '혁신의 현장을 가다 : 로컬모터스, 자동차 제조에 오픈이노베이션 도입', 2016.12.11.

제6장

근로자 재교육과 작업환경 혁신을 통한 고용 유지

제1절 직무역량 변화와 미래 인재 양성, 근로자 재교육

1.1. 디지털 시대의 직무역량 변화

4차 산업혁명 시대에는 단순노무 직종뿐만 아니라 반복적인 직무를 수행하는 전문직에서도 일자리가 감소하고, 근로자에게 요구되는 지식과 능력도 크게 달라질 것으로 예측된다.

과거 직업세계를 살펴보면 기술 진보로 많은 직업과 일자리가 사라졌다. 사진 분야가 대표적이다. 디지털카메라의 보급으로 사진사와 필름현상인화원이 점차 줄어들었다. 특히 스마트폰에 고성능 카메라가 장착되면서 이러한 변화를 가속시켰다. 과거 암실에서 수행하던 현상인화 작업은 거의 사라지고, 이제는 포토샵 등 컴퓨터 소프트웨어를 다루며 디지털이미지를 보정하는 작업으

로 바뀌었다. 또 식당, 커피점 등에 설치된 무인시스템으로 인해 주문, 수납 등 단순업무도 감소하고 있다. 현금자동입출력기(ATM)는 은행원의 일자리 감소에 영향을 미쳤다. 최근 디지털금융이 강화되면서 은행점포가 축소되고 직원들의 재배치가 추진되는 등 진통을 겪고 있다.

제4차 산업혁명 시대에는 이러한 변화가 가속화될 것이다. 정부의 친환경 정책과 맞물려 전기자동차의 보급이 확산되면 내연기관자동차의 핵심 부품인 엔진과 변속기 등이 불필요하게 되어 부품 개발자 및 조립원 등 관련 직업과 일자리도 사라질 것이다.

스마트공장화에 따른 일자리 감소도 예상된다. 스마트공장은 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 생산과정을 정보통신기술(ICT)로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 진화된 공장이다. 아직까지 국내 스마트공장 수준이 100% 자동화와는 거리가 멀어서 일자리 감소가 당면한 문제는 아니나 장기적으로 발생 가능한 시나리오이다.

기술 진보는 근로자의 노동 성격도 바꾸고 있다. 과거 자동화에 따른 생산 근로자의 노동 성격도 변화하였다. 생산직의 경우 자동화설비 도입 이전에는 표준화된 작업 방식으로 제품을 직접 생산하는 일을 하였으나, 이후에는 자동화 공정을 위한 전산프로그램을 작성하거나 공정과정을 감시하며 관련 장비를 유지·보전하는 업무로 바뀌었다.

4차 산업혁명 시대에는 제조업의 생산라인에서도 반복적인 활동보다 지식 집약적인 활동이 늘어날 것으로 보여 생산공정 개발, 감독, 점검 및 조정 등의 역할이 강화될 것이다. 또 새로운 직무가 나타날 수 있다. 예컨대 작업장에 로봇이 배치되면 공장라인에서 로봇을 감시하고 조정하며 통제하는 새로운 직무가 발생할 것이다.

로봇 배치 및 자율지능형시스템 도입은 제조 과정을 줄이고 작업방식을 디지털화하여 숙련기술자의 역할을 축소하고 1인이 여러 직무를 담당하도록 하고 있다. 특히 중소·중견기업 재직자를 대상으로 재교육을 시행해 시스템 활용 인력으로 전환할 필요가 여기에 있다.

한편 인공지능, 로봇, 사물인터넷 등으로 대표되는 4차 산업혁명 시대에는 새로운 변화가 예상된다. 4차 산업혁명 시대에는 고도의 전문지식과 기술이 요구되는 업무에서는 일자리가 늘어날 것으로 전망된다. 전 산업에 지능화된

ICT가 접목되면서 소프트웨어개발자, 빅데이터전문가, 인공지능전문가, 로봇공학기술자 등의 일자리가 크게 늘어날 것으로 전망된다. 스마트공장 구축 및 확대 등 사업장 내 첨단기술과 시스템의 도입이 확산되면 로봇과 협업, 가상현실(VR/AR), 웨어러블 로봇 등 첨단 디지털 기기를 활용한 작업, 데이터 활용 및 처리 작업 확대 등 근로자가 수행하는 직무와 이들에게 요구하는 역량이 크게 변화될 것으로 보인다.

세계경제포럼(WEF)에서는 향후 근로자에게 가장 필요한 역량으로 복잡한 문제해결능력(Complex Problems Solving Skills)을 제시하며 근로자의 재교육과 인재양성을 기업의 선결과제로 제시하였다(WEF, 2016). 근로자의 역량강화는 생산성과 직결되기 때문에 근로자의 교육은 국가, 기업 차원에서 고민해야 할 매우 중요한 과제이다. 특히 새로운 환경에 적합한 교육훈련 방법의 도입과 첨단 교육훈련 매체의 활용은 성과 창출의 핵심 요소가 될 것이다.

독일 자동차 회사인 다임러의 경우 향후 근로자에게 빅데이터와 데이터 보안 관련 지식과 분산지능 시스템 이해, 전체적인 생산공정 이해가 필요할 것으로 보고 온라인플랫폼을 통해 현장에서 직업 교육을 시행하고 있다. 독일 연방경제기술부에서는 디지털 전환 시대에 맞춰 직업교육 및 재교육을 위한 사례와 권장행동지침을 제시하고 있다(BMWi, 2016). 기업은 새로운 환경에 맞춰 작업장에서 주로 학습이 이루어질 수 있도록 하고 연령에 맞는 업무학습을 촉진하며 청년층과 중장년층이 함께 일하는 ‘복합연령팀’을 구성하여 근로자의 능력을 향상시키고 게임, 시뮬레이션, 보조시스템, VR 등 디지털미디어를 활용한 교육의 촉진 등을 지침에서 제시하고 있다.

향후 국가나 기업 단위에서 새로운 일자리와 기존 인력의 활용 방안에 대한 연구가 갈수록 중요해질 것이다. 새롭게 나타나는 직무를 개발 및 발굴하고 새로운 사업기회를 포착하여 일자리를 잃은 근로자를 교육하고 배치하여 고용을 유지해야 한다. 이를 위해 개별 기업마다 새롭게 요구되는 역량을 밝히고 교육훈련프로그램을 개발하고 직무를 새롭게 설계해야 한다.

본 장에서는 디지털 시대에 새롭게 변화하는 일자리 환경을 분석하여 근로자의 교육훈련 등 역량 강화를 통해 생산성을 높이고 고용을 유지 창출한 기업사례를 소개하고자 한다. 이들 기업은 기업의 주력사업을 토대로 미래 시장 환경과 고객 요구를 분석하고 새로운 직무를 개발, 분석, 설계하여 근로자

를 교육하고 재배치하여 고용을 유지한 기업이다. 또한 인간을 중심으로 스마트한 교육훈련 방법을 구안하고 인간 친화적 매체를 도입하여 생산성을 향상한 사례이다. 근로자 재교육과 재배치 등 기업의 교육훈련 활동은 기업의 생산성 향상뿐 아니라 일자리 창출과 유지에서도 매우 중요하다.

1.2. 근로자 재교육 강화

디지털 전환기에 근로자가 업무를 수행하는 데 요구되는 지식, 기술, 태도 등이 지속적으로 변화하고 있다. 더 복잡한 생산공정과 네트워크화된 구조에서 근로자에게 다른 숙련(qualification)이 요구되어 기업 재교육의 중요성이 증가하고 있다.

공장 등 산업현장에서는 각종 지능화된 설비와 장비가 설치되고 다양한 자료를 디지털 기기로 다루기 때문에 IT를 비롯한 빅데이터, 인공지능 등과 같은 새로운 지식과 기술 습득이 불가피하다. 빅데이터를 다룰 때는 데이터 분석과 데이터 보안에 대한 능력이 요구되고 네트워크화된 생산라인에서는 전체 생산공정에 대한 통합적 사고가 요구된다. 제품 생산이 개별화됨에 따라 신제품에 대한 정보뿐 아니라 제품의 특성에 맞춰 제조공정을 전환할 수 있는 능력이 요구된다.

독일 연방노동사회부에서 실시한 조사(2015년 800개 업체 7,000명 이상의 근로자를 대상) 결과에 따르면 전체 근로자의 2/3가 자신의 직업능력을 계속 개발할 필요성을 느낀다고 했다. 숙련 여부에 상관없이 저숙련 근로자는 60%, 고숙련 근로자 중 80~90%는 지난 5년간 ICT가 그들 작업에 큰 영향을 미쳤다는 사실을 인지하고 있다. 디지털기술을 사용하는 분야는 산업마다 다른데, 제조업이 가장 앞서 있고 제조업 근로자의 80%가 컴퓨터, 인터넷, 스마트폰 등 디지털 기기를 사용하고 있다고 한다.

기업은 디지털 전환 시대의 중심에 서 있다. 기술의 변화, 고객의 변화, 사업모델의 변화에 역동적으로 대응해야 한다. 이러한 변혁시대에 계속교육은 생존에 필수이다. 디지털 환경에 적절한 프로그램을 개발하고 디지털 기기 등 다양한 매체를 활용하여 근로자의 역량을 향상시키는 것은 기업의 생산성을 제고하고 경쟁력을 확보하는 데 중요하다. 더 나아가 새로운 사업기회를 포착

함으로써 실업을 방지하고 새로운 고용을 창출하여야 디지털 시대의 새로운 기업 전략이 될 수 있다.

1.2.1. 보슈(Bosch)⁷²⁾ - 전 직원에게 신기술 향상교육 수행

1886년 설립된 보슈그룹은 기술 및 서비스 분야를 선도하는 글로벌 기업이다. 보슈그룹은 로버트 보슈 GmbH(Robert Bosch GmbH) 및 60여 개국에 진출해 있는 440여 개의 자회사와 현지 법인으로 구성되어 있다. 전 세계적으로 39만여 명(2016년 12월 31일 기준)을 고용하고 있으며 약 120개 사업장에서 5만 9,000여 명의 연구개발자가 근무하고 있다.

보슈그룹은 2016년 총 매출 731억 유로를 기록했다. 보슈그룹의 사업은 모빌리티 솔루션(Mobility Solutions), 산업 기술(Industrial Technology), 소비재(Consumer Goods), 에너지 및 빌딩 기술(Energy and Building Technology)의 4개 사업 부문으로 구성되어 있다. IoT 선도 기업으로서 보슈는 스마트홈, 스마트시티, 커넥티드 모빌리티, 그리고 커넥티드 산업 분야에서 혁신적인 솔루션을 제공하고 있다.

독일의 보슈는 생산공정에서 디지털화가 가속화되고 태블릿과 스마트폰 등 신매체가 공정작업에 사용됨에 따라 업무활동에 요구되는 지식과 기술이 빠르게 변화하고 있음을 감지하였다. 디지털기술의 도입은 생산라인의 유연한 관리를 가능케 하였고 근로자의 수행 직무와 책임 범위를 변화시켰다. 근로자들은 신기술과 업무지원시스템을 다루는 능력의 향상이 요구되었다.

특히 설비운전자에게는 더욱 중요하다. 생산라인이 정지되거나 고장이 발생할 경우 업무지원시스템인 이동단말장치를 통해 빠르게 조치를 취해야 한다. 이 장치는 네트워크화되어 있어 전 세계의 기계 상태를 표시한다. 작업자는 태블릿을 사용하여 조치해야 할 행동 권장 지침을 받는데, 작업자는 이 지침을 충분히 이해할 수 있어야 한다. 문제를 해결하기 위해 작업자들은 네트워크화된 사고를 가지고 의사결정에 책임을 져야 한다. 디지털 시대에 근로자들이 갖추어야 할 능력이다.

블라이차흐시에 있는 보슈에서는 전 직원에게 근무 분야에 따라 숙련(qualification) 향상 프로그램을 제공한다. 프로그램은 지속적으로 개발되고 방

법론이나 내용적으로 교육생에 맞춰 기획되고 시간도 유연하게 적용된다. 프로그램은 인터스트리 4.0의 이해처럼 짧은 교육용 동영상이나 신기술과 기기 이해 및 새로운 시스템 사용법, 팀작업과 팀작업 시 지도방법을 전수하는 1일 세미나 등 다양하다.

근로자의 숙련(qualification) 향상 과정에는 고용주와의 소통이 중요하다. 기술의 진보로 일자리가 사라지고 새로운 일자리가 생겨나는 것을 자연스러운 현상으로 이해할 수 있도록 모든 직원들과 솔직히 터놓고 논의한다. 보슈의 근로자 평의회는 직원들에게 인터스트리 4.0을 이해하도록 하고 두려움을 없애려고 노력하고 있다. 근로자가 인터스트리 4.0을 체험토록 하고 있다. 직원 식당 접시에는 무선 주파수 칩(RFID)이 부착되어 있으며 접시가 카운터 위를 지나가면 그 접시가 인지되어 현금을 내지 않고도 자동적으로 결제 처리가 된다. 기다리는 시간이 줄게 되어 점심 휴식시간이 늘어나게 된다.

또한 나이든 직원이 신기술을 습득하는 데 어려움을 해소하기 위하여 ‘복합연령팀’을 만들고 있다. 기술을 잘 사용하는 젊은이와 경험이 많은 시니어가 함께 팀을 이루어 서로 돕는 것이다. 젊은 근로자는 신기술 지도를, 나이든 근로자는 그들의 기술경험을 전수하여 상호 생산적 결과를 낳는 것이다.

1.2.2. 뮌스터만(Münstermann)⁷³⁾ - 고객 맞춤형 제조를 위한 재교육

뮌스터(Münster)시 근처 텔그테(Teglte)에 소재한 뮌스터만(Bernd Münstermann GmbH & Co. KG)은 1845년에 창립되어 6대째 가업으로 이어져 오고 있다. 60명의 직원이 특수기기를 설계하고 생산한다. 핵심 생산품과 서비스는 건조기와 산업용 컨베이어 기술, 먼지제거 기술이다. 제품 대부분은 고객의 특별한 요청에 맞추어 제조된 맞춤형이다. 생산 제품의 60~80%가 전 세계로 수출되고 있다. 뮌스터만의 제품은 독일뿐 아니라 유럽연합과 러시아, 사우디아라비아에서도 품질을 인정받고 있다.

세계화와 더불어 뮌스터만의 직업교육과 재교육 또한 급진적으로 변화했다. 더불어 기업 문화도 바뀌었다. 뮌스터만에서 새로운 스타일의 직업재교육은 전통적인 과정을 통해 이루어졌다. 시장 환경이 변화하면서 직무요건

(qualification)이 변화된 것이다. 예를 들어 약 20년 전에 영국에서 대규모의 주문이 들어왔을 때의 이야기이다. 당시 이 새로운 고객과의 의사소통은 영어로 해야만 했다. 그러나 윈스터만에서 그 일에 참여했던 직원 모두가 영어에 능통한 것은 아니었다. 그때부터 훈련프로그램이 개설되어 일주일에 세 번의 영어 수업이 제공되었다. 8명에서 18명까지 참여하는 영어 수업을 위해 직원들은 근무시간을 빼서 참여한 뒤 해당 근무시간만큼을 사전 또는 사후에 보충하였다.

디지털화를 시작하게 된 동기도 이와 유사하게 고객의 요청에 따라 이루어졌다. 윈스터만은 제품을 다량으로 만들지 않고 고객과 함께 개개의 특별한 해결 방안을 개발해 내는 기업이다. 고객이 이미 인더스트리 4.0을 수용했다면, 윈스터만은 그에 따라 바뀐다. 지난 5년간 측정 및 제어(control technology) 기술자 직원이 3명에서 18명으로 6배 늘었다.

윈스터만은 이미 많은 부분에서 디지털화되었다. 고객 제품이 고장 날 경우 원격으로 고친다. 고객은 웹캠을 통해 주문 상태를 추적할 수 있다. 고객, 납품업자들과 전 세계가 참여하는 웹콘퍼런스가 정기적으로 열린다. 이로써 모든 참여자가 비싼 비행기 값과 많은 시간을 절약할 수 있다. 이것만이 전부가 아니다. 고장 메시지는 온라인에 뜬다. 납품업자는 점점 더 온라인 카탈로그를 이용한다. 구매 시 디지털화된 시스템은 자동으로 부품을 주문하는 것을 가능케 한다.

교육과정은 정기적으로 개설된다. 예를 들어 일 년에 한 번 직업 보건과 안전에 관한 교육과정이 개설된다. 직원들이 희망하는 주제에 따라 재료학에서 인문학까지 다양한 주제로 비정기적 교육과정이 개설된다. 고객과 납품업자에게 가서 재교육하기도 한다. 혹은 고객과 납품업자가 그들의 직원을 윈스터만에 보내기도 한다.

1.2.3. 다임러(Daimler)⁷⁴⁾ - 작업현장에서 이루어지는 숙련 향상 교육

슈투트가르트시에 본사를 두고 있는 다임러 주식회사는 2,900만 대의 승용차와 영업용 자동차를 판매하는, 독일에서 두 번째로 큰 자동차 제조 회사이

다. 가장 유명한 상표가 메르세데스벤츠(Mercedes-Benz)이다. 이 기업은 자동차 외에 운송 서비스와 금융 서비스를 제공한다. 2015년 말 28만 4,000명의 직원이 전 세계적으로 고용되었으며 1조4,950억 유로의 매출을 올렸다.

다임러는 새로운 노동환경에서 직업교육과 역량(qualification) 향상을 성공 요소로 간주한다. 다임러는 독일 최초로 ‘경영학/인더스트리 4.0’ 듀얼 시스템 학위과정(dualer Studiengang)을 제공하는 제조업체이다. 이 과정에서는 경영학 외에 IT기술과 인더스트리 4.0에 관한 지식도 가르친다. 생산과정에서 반복적인 활동보다 지식집약적인 활동이 중요해지며 기계를 다루는 것보다 생산공정 개발, 감독, 유지보수 등의 활동이 더 중요해질 것으로 보고 있다. 근로자의 인지적 능력과 협업 능력이 중요해지는 이유이다.

디지털화는 자동차산업에 큰 변화를 주고 있다. 자율주행자동차, 커넥티드 자동차, 인간-기계-협력을 통한 발전, 인더스트리 4.0 등이 업계의 핵심 주제이다. 이 전환기에 혁신적 기술과 직원들의 숙련(qualification)은 기업의 생존을 결정한다.

다임러는 시대적 변화에 맞춰 ‘교육과 역량을 위한 미래 2025(Perspective 2025 für Bildung und Qualifizierung)’ 미션을 제시하였다. 직업교육 혁신, 디지털 학습, 혁신적 학습 방법 및 매체 그리고 전 세계적 훈련센터가 핵심 주제이다.

다임러는 직업 교육 1차 단계에서 견고한 기초역량을 획득하게 하고, 필요한 특수 지식을 그 다음 단계에서 습득하게 한다. 교육생에 맞춰 교육내용이 구성되어 직업교육과 재교육의 연계 속에서 이루어진다.

다임러는 생산공정 과정을 지능화하고 디지털화하는 스마트공장(industri 4.0)을 지향한다. 스마트공장은 자원의 효율성과 인간공학적 측면뿐 아니라 고객과 파트너를 가치창조 과정에 참여하게 하는 등 제조과정을 혁신하는 것이다. 스마트공장의 핵심은 공장의 전환 능력과 인간, 로봇의 협업이다. 다임러는 이미 경량 제조로봇(Leichtbaurobot)을 시범적으로 투입해서 대량 생산을 실험하였다. 로봇의 힘, 지구력, 신뢰성과 근로자의 인지적 능력을 결합하는 작업 형태를 개발하는 것이 관건이다. 이로써 근로자의 작업환경이 근본적으로 변화되었다. 미래에는 기계가 아닌 IT가 작업 활동의 중심에 설 것이다.

더 복잡한 생산 공정과 네트워크화된 구조에서 직원들은 다른 기술이 필요하다. 디지털로 전환되면서 기업 재교육의 중요성이 증가하게 되고 새로운

역량이 요구된다. 예를 들면 다음과 같다.

- 빅데이터를 다룰 때, 데이터 분석과 데이터 보안에 관한 첨단 기술
- 신제품과 신기술을 다루는데, 전체 생산공정에 관한 통합적 사고를 바탕으로 분산지능(dezentraler Intelligenz) 시스템 이해
- 개별화된 제품을 생산하게 됨에 따라 제품의 특성에 부합하게 생산공정을 신속하게 변경하고 신제품 정보를 이해하거나 요구에 따라 다양한 제품을 빠르게 생산할 수 있는 능력

디지털 학습 시스템 및 방법은 시간과 공간에 구애받지 않는 교수와 학습을 가능케 한다. 이 시스템 및 방식의 교육과정은 유연화하게 하고 개별화를 가능케 한다. 맞춤형 학습은 작업과정에 학습을 직접적으로 통합하여 현장에서 실행한다. 예를 들면 조립작업에서 신기술과 신지식을 습득하기 위해 인터랙티브 데이터 안경을 쓸 것이다.

원격학습(E-Learning)과 같은 새로운 학습방법은 이제는 실무에서 필수이다. 다임러는 직업교육 1차 단계에서 이에 상응하는 프로그램을 이미 시작했다. 2012년 이후 DAS@web - 다임러 직업교육 시스템(das DaimlerAusbildungsSystem)이라는 온라인 플랫폼을 직업교육 담당자와 견습생들에게 제공하고 있다. 이 플랫폼은 교수가 학습자에게 시간과 공간에 구애 없이 지식을 전달할 수 있게 한다.

다임러 트럭은 제조와 조립라인의 모듈로 이루어진 작업현장에서 접근할 수 있는 역량 향상 교육을 진행하고 있다. 새로운 생산공정 역량 향상 교육을 일상 작업에 통합하는 것이다. 연방교육연구부(BMBF)에서 지원하는 AmBiWise 프로젝트⁷⁵⁾에서 다임러 트럭은 실무에 근접한 재교육 콘셉트를 실험했다. 디지털 미디어를 작업현장에서 사용하는 것이 이 프로젝트의 목표다. 다임러 트럭은 2005년부터 전 세계적으로 사용할 수 있는 디지털 학습플랫폼을 만들고 있다. 이 플랫폼에서는 제조와 조립작업 단계의 기술이 정형화되어 있고 교수법도 정교화하였다. 이 플랫폼은 전 세계에서, 각 나라의 언어로 찾아볼 수 있다.

이전까지는 이 디지털 학습플랫폼에 접근하는 것은 제조라인의 고정된 시설에서만 가능했었다. 이제는 모바일로 사용할 수 있게 되어 작업현장에서 접근성도 확대되었다.

1.2.4 하르팅(Harting)⁷⁶⁾ - 직업교육을 통한 새로운 과업에 재배치

산업용 커넥터를 주력 상품으로 제조하는 독일의 하르팅(Harting)사는 맞춤형 대량생산 추세가 가속화됨에 따라 모듈화된 생산방식과 이를 통합한 비즈니스 소프트웨어를 갖춘 'Flexi Mon'이라는 스마트공장을 2014년 구축하였다. 하르팅은 구축된 스마트공장인 Flexi Mon을 다른 기업에도 판매함으로써 스마트공장 업체로서 새로운 비즈니스 모델을 확장하고 있다. 하르팅사는 1945년도에 설립되어 연 매출 5억4,800만 유로(2014년 기준)를 달성하였고 종업원은 4,200명이다.

하르팅의 스마트공장 프로젝트는 기술 산업체 클러스터 지역인 오스트베스트팔렌 리페⁷⁷⁾에서 174개 기업과 대학교, 과학기술센터와 경제기구의 협업으로 만들어진 'it's OWL' 프로젝트에서 시작된다. 2011년에 출범한 이 'it's OWL'의 목표는 독일 연방교육연구부 주관의 산업 클러스터경합대회인 '슈피첸클러스터(Spitzencluster)'⁷⁸⁾에서 편당을 따내는 것이었다. 당초 'it's OWL' 프로젝트의 규모는 1억 유로로 산정되었으며, 그중 4,000만 유로를 슈피첸클러스터대회에 참여하여 프로젝트 개발비로 확보하게 된다. 이는 2012년 1월에 프로젝트 연구개발을 계약한 뒤로 자동화시스템과 자동차 산업 및 기계공학 분야 연구개발에 쓰이고 있다. 'it's OWL' 프로젝트에 참여하는 핵심 기업은 24개사이며 하르팅은 그중 대표적인 회사이다. 총 47개의 개발 프로젝트가 시작되어 하이테크 제품 개발을 이끌고 있으며, 이와 같은 프로젝트를 통해 오스트베스트팔렌 리페 지역이 독일 내에서뿐만 아니라 국제적으로도 산업과 기술의 중심으로 도약하는 계기가 되고 있다.

하르팅이 도입한 자동화시스템의 핵심 요소는 제조 환경의 통합산업(Integrated Industry)에서 핵심으로 꼽히는 다음의 네 가지이다.⁷⁹⁾

- ① 모듈화(modularisation): 모듈별로 제작된 제조 공정은 이전에 볼 수 없던 수준의 유연화된 생산을 가능케 한다. 공장의 각 부문에 개별적으로 접근하고 관리하기 때문에 다른 작업을 방해하지 않고 개별 제조 공정을 대체할 수 있는 유연성을 부여한다. 특정 사항의 제조 명령 신호를

전달하는 커넥터를 하나의 시스템보드에 여러 개 장착하는 것이 가능하므로 전원 및 신호 전력과 데이터부터 설비 공간까지 절약할 수 있는 경제적인 접근이 가능하다.

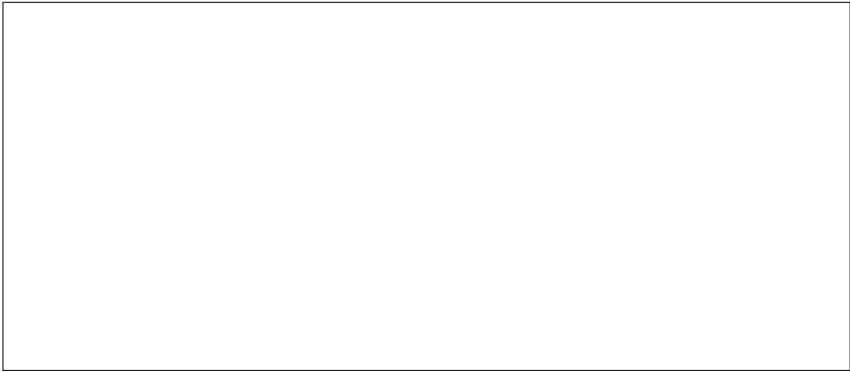
- ② 디지털화(digitalisation): ‘디지털화가 바로 미래이다.’ 공장에 통합적인 디지털 솔루션 개념을 제공하는 혁신적인 제품은 시장에 범람하고 있다. 이러한 혁신은 중앙 기계 시스템에서 작업 과정이 효과적이고 경제적으로 진행되는가를 모니터링하고 공정 최적화를 위한 프로세스를 구현하는 것을 가능하게 한다. ‘HARTING MICA’와 같은 산업 컴퓨터 제품은 기존의 공장 설비에 추가로 장착할 수 있는 구조로, 설비 교체에 따르는 비용을 요하지 않는다.
- ③ 맞춤제작화(customisation): 산업 제조 현장은 점점 유연해지고 지능적인 방향으로 가고 있다. 따라서 표준화된 공정에서는 불가능했던 문제를 개별화된 맞춤형 제조를 통해 개별적인 요구사항을 맞추는 것이 중요하다. 제조 시스템은 이제 특수한 요구에 맞추어 제조과정을 재단할 수 있기 때문에 맞춤제작은 통합산업을 이루어 나가는 데 핵심 요소이다.
- ④ 소형화(miniaturisation): 통합산업에서 핵심 주제는 소형화이다. 특히 시스템 간 연결이 최소의 설비 내에서 가능해야 한다. 공간을 절약하면서도 동일한 양의 전원 및 신호 전달에 필요한 전력과 데이터를 사용할 수 있어야 한다. 하르팅은 이러한 부분에서 제조 설비 규모와 소비 전력, 보안 면에서 각기 다른 장점을 지니고 있는 ix Industrial, M8 D-coded, T1 Industrial이라는 세 가지 연결 설비 선택지를 제공하여 최대 효율을 자랑하고 있다.

스마트공장 도입은 경영진의 전략적인 의사결정으로 이루어지고 적극적인 기업 내부소통을 통해 이루어졌다. 직원에게 공장 도입에 따라 발생 가능한 변화에 대한 정보를 줌으로써 스마트공장 도입에 직원들의 저항은 적었다. 스마트공장 도입 후 생산성이 30% 증가하였고 맞춤형 생산으로 고객 서비스는 향상되었으며 직원 수는 오히려 증가하였다.

기존 종업원은 스마트공장 도입 후 직업재교육을 통해 새로운 과업에 재배치하였다. 공장자동화에 따른 잉여인력을 해고하지 않은 것은 가족적인 기

업문화와도 관련이 깊다. 스마트공장 도입에 따른 직업재교육이 제기되어 대학과 산업 네트워크(예: 기계공학 알리안츠) 160명의 직업교육생에게 스마트공장 관련 직업교육 및 직업재교육을 진행하였다.

1.2.5. 포스코 - 스마트팩토리 추진 전략과 교육훈련



자료: 포스코, 데일리안(2015.7.4.)

[그림 6-1] 포스코 광양 후판공장에서 시범 운영 중인 스마트팩토리 개념도

포스코에서 추진하는 버추얼 팩토리는 3D 가상설비에 실제 조업환경을 부여한 사이버 공장을 구현해 생산 공정을 시뮬레이션하고 신제품 품질 예측 등 조업조건을 사전 검증한다. 이를 통해 빠르게 고품질의 생산체계를 구축할 수 있다. 현장에 익숙하지 않은 신입자는 사이버공장 설비 운전방법을 학습해 작업 오류를 최소화한다.

포스코는 몇 년 전부터 전통적인 제조업의 당면과제를 극복하고 제조 현장의 이슈를 반영하기 위해 스마트화를 추진해 왔다. 제품 Life Cycle의 단축, 맞춤형 대량생산의 대응 한계, 시장 과열에 따른 비용 절감 압박, 제품의 변동성 증가 등이 전통적인 제조업체가 직면한 문제였다. 그리고 현장에서는 장기근속·고숙련 기술자의 감소, 설비 연한 증가에 따른 성능 감소를 대비하고 돌발 장애 확률 증가에 따른 고장을 사전 예측하고 정비할 필요성이 증가하였다.

포스코에서 추진하는 스마트화는 ‘Smartization’라고 부르는데, 현장에서 축적된 경험과 노하우를 바탕으로 한 철강제조업의 전문성에 사물인터넷과 빅데

이터, 인공지능 등의 ICT를 융합하여 새로운 가치를 창출하는 것으로 정의한다(박진수, 2017).

포스코는 생산공정에 인공지능을 도입하여 철강업체로서는 세계 최초로 스마트공장으로 탈바꿈하고 있다. 포스코는 2017년 초, 광양제철소 용융아연도금라인(3CGL)에 ‘인공지능 기반 도금량 제어자동화 솔루션’을 본격 적용하였다. 이 솔루션은 자동차 강판 생산의 핵심 기술인 용융아연도금 공정을 인공지능을 통해 정밀 제어하는 개념이다. 사람의 개입이 필요했던 최적화 기법 기반의 제어모델에서 자동조업으로 한 단계 진보한 것이다. 솔루션 운영 결과 기존엔 1m²당 7g 수준이던 도금량 편차가 인공지능 솔루션을 적용한 후에는 0.5g까지로 낮아졌다.⁸⁰⁾

<표 6-1> 포스코의 스마트 역량 향상 교육과정 현황(2017년 7월 현재)

구분	과정명	교육 대상
그룹 임직원	임원대상 Smart POSCO	그룹사 임원
	AI 기초 과정	그룹사 직책자 및 직원
	AI 전문가 과정	전문가 후보
	교대근무자 휴무일 공통교육	교대근무자
	포스코 기술대학	기술대학생
	포스코 챌린지 인턴십	인턴사원
사외	외주사 Smart POSCO 교육	외주사 CEO 및 임원
	취업준비생 AI, BigData 교육	취업준비생
	중소기업 Smart 기술의 이해	중소기업 임직원(고객사, 공급사)

자료: 박진수(2017)

포스코는 Smartization의 성공적 추진을 위해 사내·외 전 직원이 참여하도록 하고 있다. 사내·외 전 직원이 경험과 직관에 데이터 마인드를 더하고 전 직원이 참여하는 창의적 문화를 조성하며 혁신을 촉진하는 스마트 리더십을 갖도록 하는 데 목표가 있다.

이를 위해 임직원이 데이터 기반의 의사결정을 하도록 ‘스마트 역량 향상

교육과정'으로 총 9개 과정을 개설하여 약 1만 4,000명을 대상으로 교육할 예정이다. Smart POSCO(기초 과정)는 3일 과정으로, 포스코의 스마트화 추진의 필요성과 추진방향을 공유하고, 스마트 기반 기술의 개념을 이해하는 내용으로 구성된다. AI 전문가 과정(기본 과정 4개월 + 심화 과정 6개월)은 스마트화를 성공적으로 견인할 그룹 내 전문가 육성을 목표로 하며, 이론 교육과 실습·과제 수행을 통해 문제 해결 역량을 배양하고, 기본적인 프로그래밍을 위한 배경지식과 인공지능 핵심 이론(알고리즘 등) 이해 및 활용 방법 등으로 구성된다. 그외에 외주사 임직원이나 취업준비생, 중소기업 임직원(고객사, 공급사)을 대상으로 하는 교육과정도 개설해 두고 있는데, 이는 4차 산업혁명 시대에 스마트 산업 생태계 조성, 동반성장, 차세대 인재육성 등의 차원에서 진행하고 있다.

1.3. 신직무 개발과 미래 인재 양성

본 절에서는 스마트공장(industri 4.0) 도입 등 디지털 환경에서 파생한 새로운 직무를 분석 및 발굴하여, 이를 토대로 교육훈련프로그램을 개발하고, 근로자를 교육 및 재배치하여 고용을 유지한 사례⁸¹⁾를 소개한다.

‘신직무 개발 및 직무재배치’는 기술 및 경제 환경 변화에 따라 “기업 내에서 새롭게 발생하는 직무와 새로운 사업기회의 포착에 따라 필요한 직무를 발굴하고, 해당 직무에서 요구되는 지식·기술·태도를 밝혀 교육훈련프로그램을 개발하여 일자리를 잃은 근로자나 기존 근로자를 재교육하여 직무배치하는 것”을 말한다.

생산과정이 디지털화되면서 생산공정, 빅데이터, 인공지능 등의 지식과 기술이 요구되는 생산기술자(Produktionstechnologe)라는 새로운 직무가 발생하고 있다. 또 정보통신 기업을 중심으로 IT사이버보안전문가의 수요가 증가하고 있다. 산업에 사물인터넷(IoT) 접목이 확대되면 미래에는 기업에서 활동하는 산업데이터분석가(Industrial data scientist), 로봇코디네이터(Robot coordinator), 솔루션설계기술자(IT/IoT solution architect), 산업컴퓨터엔지니어(Industrial computer engineer/programmer), 산업유저인터페이스설계자(Industrial UI/UX designer) 등의 직업이 기업에 따라 새롭게 나타나거나 기존 직무가 확대될 것으로 기대된다.⁸²⁾

또한 의료로봇설계자(Medical robot designers), 스마트그리드관리자(Grid modernization mangers), 다중모드교통네트워크 엔지니어(Intermodal transportation network engineers) 등도 예측되는 직업이다. 이들 직업은 대부분 다양한 학문이 융합되고 리더십, 의사소통 능력, 협업 등 소프트스킬과 산업에 대한 지식, 신기술, 소프트웨어, 데이터 기술 등으로 새로운 직무분석과 직무설계가 요구된다.

1.3.1. 엘슈콤(Elschukom) - 생산기술자 직무개발을 통한 디지털 대응

엘슈콤은 전선 및 전기보호부품 제조 분야의 선도 기업이다. 1990년에 창립된 이 기업은 튀링겐주 바일스도르프(Veilsdorf)에 있으며, 직원은 100명 정도이다. 엔지니어 출신인 우테 피르슈케(Ute Poerschke)와 만프레드 타워 (Manfred Thauer)가 이 회사를 운영하고 있다.

엘슈콤은 역동적인 시장 환경에 대응하기 위해 생산공정을 최적화하는 작업을 수행하였다. 그 핵심으로 작업공정을 혁신하고 자체 개발한 전사적자원관리 시스템(ERP: Enterprise-Resource Planning System)을 도입하였고, 공정엔지니어링 부서를 새로 만들었다. 공정최적화와 디지털화는 이 중소기업에서 직원에게 큰 영향을 미쳤다.

전사적자원관리는 회사의 모든 정보뿐만 아니라 공급사슬 관리, 고객의 주문정보까지 포함하여 통합적으로 관리하는 시스템이다. 엘슈콤에서는 ERP시스템으로 고객의 주문에서부터 배송 및 납품까지 모든 작업 과정을 데이터로 작성하고 처리한다. 이 신규 시스템으로 25년 동안 변화가 없었던 생산공정에 큰 변화를 일으켰다. 이러한 변화는 근로자의 불안을 야기했지만, 불안은 소통과 지원을 통해서 사라지게 되었다.

엘슈콤은 공정엔지니어링 부서를 신설하여 공정을 최적화하는 작업을 수행하였다. 정보기술자(Informatiker), 기계기사(Mechaniker), 전기도금사(Gavaniker), 공정제어기사(Steuerungstechniker) 등 4명으로 구성하여 다양한 지식과 기술을 협업을 통해 공정을 최적화하고 인터페이스를 찾아내어 디지털 통합을 촉진하였다.

이러한 환경의 변화로 생산기술자(Produktionstechnologe)라는 새로운 직무가 발생하였고, 해당 직무를 수행하는 인력을 양성하기 위한 교육프로그램을 개발하였다. 생산기술프로그램은 직업교육에서 아직은 생소하고 새로운 분야이다. 생산기술 교육프로그램을 통해 공정설계, 제조방식, 생산공정, 경영학을 배운다. 생산기술자는 소프트웨어, 생산공정 그리고 연구와 개발 사이에서 중개인 역할을 한다. 이들은 공정설계, 제조방식, 생산공정 그리고 경영지식을 통합하여 생산공정을 분석하고 모의실험을 하며 공정을 최적화한다. 이들은 생산공정 라인 근로자에게 대화 상대이자 지원자 역할을 한다. 동료 근로자의 경험을 전사적자원관리시스템으로 ‘전환’해 주고 생산과정을 최적화하기 위해 실무 지식을 활용한다.

엘슈콤의 성공은 소프트웨어, 공정최적화, 연구개발에 있었다. 전 직원 100여 명 중 1/5인 20명이 제품 및 공정개발에 투입되고 있다.

1.3.2. 지멘스(Siemens AG) - 디지털 직무 도출 및 분석을 통한 교육체계 개발

베를린과 뮌헨에 본사를 두고 있는 지멘스(Siemens AG)는 전동화, 자동화, 전산화 분야에서 세계적 선도기업이다. 1847년 창립된 지멘스는 전 세계에서 34만 8,000명의 직원이 근무하고 있으며, 그중 3만 2,100명이 연구와 제품개발 분야에 종사한다. 독일 내에는 11만 4,000명이 근무하고 있다. 지멘스는 200개 이상의 국가에서 활동하고 있으며, 2015년 756억 유로의 연간 매출을 올렸다.

짧은 혁신주기와 높은 사업 유연성, 자원의 효과적 활용 등이 요구되는 기업 환경 속에서 지멘스는 미래지향적이고 혁신적인 직업교육으로 성공을 구가하고 있다.

지멘스는 ‘인더스트리4.0@SPE 프로젝트’를 통해 업무의 변화를 분석하고 그 분석 내용을 직업교육 내용과 교육 방식, 나아가 훈련교사의 자격 등에 체계적으로 적용했다.

첫 번째 단계로 인더스트리 4.0과 디지털화가 기업에 어떤 영향을 미치는지 연구했다. 우선 연구팀을 구성한 뒤 인더스트리 4.0에 관한 자료를 수집하였다. 연구 방향은 ① 기업의 가치 창조로 이어지는 각 사업 부문의 연계 사슬

연구를 통해 조직하고 조정할 것 ② 광범위하게 데이터를 수집하고 분석할 것 ③ 현실세계와 가상세계를 융합하는 접근방식을 가질 것 등이었다. 이러한 연구방향하에서 조직의 효율성과 효과를 높이고, 인간과 기계, 제품 간에 유연한 네트워크화를 이루는 것이 주요 관심사였다.

이러한 개념을 토대로 점점 늘어나는 산업 내 디지털화 과정에서 중요해지는 총 25개 항목의 디지털 능력을 조사하였다. 데이터뱅크, 보안, 센서기능 등이 그 예이다. 그 후 산업계에서 디지털화와 직접 관련이 있는 직무 과정이나 기술 및 역할을 알아내기 위해 50개의 전형적인 사례를 분석했다. 각 사례에서 필요한 직무능력 요구사항이 어떻게 변화하는지를 디지털 능력과 관련한 25개 직무 항목을 기준으로 조사하였다.

조사 결과 서비스 기술기사의 경우 직무능력 면에서 체계적 능력에 대한 요구와 함께 네트워크-프로토콜, 클라우드 컴퓨팅, 그리고 데이터 분석에 대한 수요가 향후 몇 년간 매우 크게 늘어날 것으로 예측하였다. 전체적으로 보면 여러 분야를 아우르는 통섭적 능력과 IT 관련 능력이 더욱 중요해질 것으로 보았다. 향후 전기기사는 60%만 고용되며 나머지 20% 정도는 기계기사, 나머지 20% 정도는 IT 전문가로 구성될 것이다. 이에 따라 모든 지멘스 직원은 직업교육 과정으로 적층가공(additive manufacturing, 3D프린팅)과 로봇공학을 배우고 있다.

지멘스는 25개 항목의 핵심적인 디지털 직무의 특성을 밝혀내고, 50개의 전형적인 인더스트리 4.0 적용사례를 분석했다. 이를 토대로 지멘스의 교육 전문가들이 데이터뱅크에서 대략 2만 개의 직무능력 자료를 찾아냈고, SPE 교육 과정마다 모든 관련 직무능력의 변화 추이를 분석하고 그 추이를 교육내용에 반영하였다. 이러한 변화된 내용은 학습방법, 학습자료 그리고 훈련교사와 강사들의 교육에도 적용하였다.

1.3.3. 텔레콤(Telekom) - 미래 트렌드 분석을 통한 교육 프로그램 개발 및 제공

독일 텔레콤은 독일 본(Bonn)에 본부를 두고 있는 세계적으로 매우 큰 정보통신 업체 중 하나이다. 총 22만 6,000명의 직원 중 반 이상이 외국에서 일

하며, 50개 이상 나라에 지사를 두고 있다. 2015년 기준 692억 유로의 매출을 올렸다.

이 기업은 디지털 전환 시대의 중심에 서 있다. 기술의 변화, 고객의 변화, 사업모델의 변화에 역동적으로 대응해야 한다. 이런 환경에서는 스마트한 전략과 혁신 그리고 그에 맞는 근로자가 있어야 기업이 유지될 수 있다.

독일 텔레콤은 장기근속 근로자의 지속적인 숙련(qualification) 향상을 강조하고 있다. 텔레콤은 맞춤형 숙련(qualification) 향상 프로그램을 개발하여 직원들의 직무능력을 촉진한다. 미래 트렌드를 인지하고 열린 자세로 받아들일 수 있는 최고의 ‘디지털선도자’ 위치를 확보하기 위해 ‘기술 및 숙련 관리 프로그램(Skill und Qualifizierungsmanagement)’을 운영하고 있다.

‘기술 및 숙련 관리 프로그램’은 4단계 과정에 걸쳐 개발되었다.

- ① 고객과 사업동향 분석을 통해 기술변화를 조기에 파악하고 변화상을 지속적으로 추적한다.
- ② 회사가 중요하게 생각하는 점을 고려하여 각 동향이 어떻게 전개될 것 인지를 추정하고 기업 각 부서에 어떻게 영향을 미칠 것인지 평가한다.
- ③ 분석을 통해 근로자와 부서에 부합하는 구체적인 직무능력 및 숙련(qualification) 요구사항을 추론한다.
- ④ 마지막으로 이 직무능력과 자격을 충족하는 교육훈련 프로그램을 개발한다.

ALL IP, 빅데이터 그리고 IT보안과 같은 새로운 분야에서는 이 4단계 모델이 이미 적용되었다. IT보안 분야에서는 이 단계가 아주 절실하고 긴급히 필요했다. 보안은 디지털화된 경제로 가는 과정에 있는 거의 모든 기업에서 다루는 핵심 주제이다. IT보안 전문 인력이 많이 필요할 것으로 예측되나 공급 인력은 매우 적은 것이 현실이다. IT보안 분야의 전문인력을 보충하기 위해 독일 텔레콤은 전문인력 양성을 위한 연계교육프로그램을 개발하였다. 이 과정은 IT 관련 직업교육 혹은 듀얼 시스템의 IT 관련 과정에서부터 상공회의소 자격, 워크숍, 실무연습, 프로젝트작업과 석사학위 과정까지 모두 연계되어 있다.

이 프로그램은 신규 인력에만 적용되지는 않는다. 독일 텔레콤에서는 기존

직원들도 보안전문가가 될 수 있다. 텔레콤은 고전적인 기존의 교육 시스템을 파괴하고 견습생 혹은 대학생뿐 아니라 숙련된 전문가에 이르기까지 모든 직원의 직업교육과 재교육을 더욱 긴밀하게 연계시키는 것을 목표로 삼았다. 정보영역에서는 직무요구 능력이 급속히 변화하고 있어 평생 학습이 필수적이다. 새로운 사이버공격이 지속적으로 발생하고 그 방법도 변화가 심해 그 공격을 방어하는 사람들도 늘 유연하고 자세하며 지속적인 학습이 필요하여 이 프로그램이 마련되었다.

사이버 보안 전문인력을 위한 재교육은 텔레콤 직원 교육 정책 중 한 가지 요소일 뿐이다. 이외에도 텔레콤은 라이프치히시 소재 텔레커뮤니케이션 대학 정보학과에 데이터보호와 보안에 관한 전공을 새로이 마련하고, 모든 비용을 회사에서 지원한다. 2015/2016년 겨울학기에는 첫 학사지원 학생들이, 특히 데이터보안(sensibilisierung), IT 관련법, 디지털포렌식(Forenstik/forensics)을 주전공으로 학업을 시작했다. 이 프로그램은 장차 재교육 프로그램에 도입될 것이다.

텔레콤의 재교육 활동은 숫자만으로도 고무적이다. 2015년도에 독일에서만 3만 2,000회의 세미나가 개최되어 대략 30만 명이 참가했다. 모든 직원이 재교육을 통한 숙련(qualification) 향상에 평균 3.6시간을 사용하였다. 최근 3년 동안에 30명의 재능 있는 신규 직원이 교육을 통해 사이버보안전문가가 되었다.

독일 텔레콤이 직업 교육 프로그램을 회사의 필요에 맞추어 구현하는 데에는 트렌드를 조기에 탐지하고 그 트렌드를 광범위하게 분석, 평가하는 노력에 중심을 두었다. 트렌드는 사업방향과 연관성이 있는지, 있다면 어떤 방식의 연관성인지에 따라 검토하였다. 즉, 전체 기업과 연관되는지, 혹은 한 분야에만 연관되는지, 장기적인지, 단기적인지 등이다. 그런 분석과 평가 후에 그에 맞는 숙련(qualification) 향상 프로그램을 개발하고 제공한다.

제2절 근로자 중심 작업환경 혁신

2.1. 근로자 중심 작업환경 혁신의 의의

근로자 중심의 작업환경 혁신이란, 근로자가 작업과정에서 근력증강 웨어러블 로봇이나 코봇(collaborative robot: 협업로봇, 협력로봇)의 지원을 받아 육체적 부담과 업무 부담을 덜거나, 증강현실·디지털 기기 등을 활용하여 작업에 필요한 정보 및 기술 지원을 받는 것 등을 말한다. 즉, 4차 산업혁명 기술을 작업장에 적극 도입하여 근로자의 업무 능률과 생산성을 높이는 것을 말한다.

근로자 중심의 작업환경 혁신은 일자리 측면에서는 양날의 칼과 같다. 각종 디지털 기기나 로봇을 활용함으로써 생산성과 업무 능률이 높아지고, 근로자의 육체적·정신적 부담을 덜어 줄 수 있다. 반면에 근로자는 숙련 기술이 필요 없는 탈숙련화의 과정을 겪게 되고, 더 나아가 일자리 축소로 이어질 수 있다.

또 근로자는 디지털 기술을 사용하는 동안 정보를 받기도 하지만 한편으로는 근무상황 및 행동이 실시간으로 중앙센터로 전송되어 분석되기 때문에 노동통제의 위험 아래에 놓이기도 한다. 두산건설 등이 개발한 ‘스마트 건설 안전관리 시스템’은 ICT를 이용하여 건설근로자의 출역 상황, 현재 위치, 작업환경 정보를 파악하여 위험성을 분석하고 모니터링하여 안전위험을 줄일 수 있지만, 한편으로는 건설근로자의 전체 노동 상황을 통제할 수도 있다. 또한 작업 중 오류나 비능률적 부분이 인공지능으로 분석되고 수정 지시가 이루어지는 등 근로자의 자율성이 축소될 수도 있다.

기술중심적 작업조직은 작업자의 역량이 최소화한다.⁸³⁾ 기술로 통제되는 경직된 작업장은 근로자의 혁신 의지를 꺾을 수 있다. 하지만 디지털 기술을 어떤 방향으로 활용하는지는 사회적 합의에 달려 있고, 디지털 기술의 부정적 영향은 인간의 의지로 충분히 통제할 수 있을 것으로 본다. 따라서 본 장에서는 근로자 중심의 작업환경 혁신이 근로자의 고용 안정에 긍정적 영향을 줄 수 있다는 믿음으로부터 출발하고자 한다.

근로자 중심의 작업환경 혁신은 생산가능인구가 감소하고⁸⁴⁾ 근로자의 고령화⁸⁵⁾ 등 노동인력이 양적·질적으로 악화하는 상황에서 더욱 중요해지고 있

다. 청년 근로자가 줄어드는 상황에서는 고령자나 여성, 장애인 등 모든 근로자가 산업현장에서 제 역할을 할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 또 웨어러블 로봇이나 증강현실·디지털 기기, 코봇 등의 첨단 기기는 육체적으로 약한 여성근로자도 남성 중심의 제조생산 현장에 용이하게 진입하도록 할 수 있고 고령근로자가 더 오래 근로활동을 할 수 있도록 도와준다. 또 미숙한 근로자의 작업 중 실수를 줄여 줄 수 있다. 근로자 중심의 작업환경 혁신은 장애인도 지체(肢體)나 시각, 언어 등의 장애에서 벗어나 산업현장에서 비장애인과 동등하게 일할 수 있도록 해 준다. 로봇과 자동화에 더하여 산업현장의 디지털화는 남성 중심의 제조생산 현장의 풍경을 바꾸어 놓을 것이다.

자동화 및 로봇 기술이 작업장에 투입돼 근로자 중심의 인체공학적 스마트공장으로 발전되고 있다. 인체공학적 기계·시설 및 시스템을 도입하더라도 새로운 기술과 산업을 위해 필요한 ICT 지식 및 교육 시스템이 필요하고, 관련 소프트웨어 연구 개발에 노력해 경쟁력을 키우는 것이 중요하다.

2.2. 협업 로봇

2.2.1. 의의 및 현황

협업로봇 또는 코봇(cobots: collaborative robot)은 인간과의 직접적인 상호작용을 위해 설계된 로봇이다. 기존의 산업용 로봇은 대당 가격이 수억 원으로 비싸며 크고 무거워 기존 생산설비에 바로 설치할 수 없었다. 그러나 코봇은 휴먼스케일의 작은 크기와 충돌 방지 안전기술로 사람이 일하는 작업현장 생산라인에 곧바로 투입이 가능하고, 인공지능이 적용된 경우는 사람에게 작업 과정을 배울 수도 있다. 코봇은 탑재와 설치, 프로그래밍도 빠르기 때문에 작은 규모의 생산설비를 갖춘 공장에 적합해 인기를 끌고 있다.⁸⁶⁾ 영국의 투자회사인 바클레이스 캐피털은 “인공지능 코봇은 다품종 소량 생산 작업에도 투입할 수 있어 전 세계 제조업의 70%를 차지하는 중소기업에서 생산방식을 혁명적으로 바꿀 수 있다”라고 보고하고 있다.

코봇은 근로자를 도와 무거운 물건을 들 수 있고 반복적인 작업을 정확하게 수행할 수 있다. 코봇은 단순하고 반복적인 매뉴얼 업무를 맡고, 근로자는

비정형적인 업무나 작은 크기의 부품 조립 등 복잡하거나 섬세한 작업을 수행한다. 또 코봇이 제품을 조립하면 사람은 품질을 검수하는 방식도 가능하다. 그리고 금속 가공이나 플라스틱 사출 기계에서 신체 끼임 사고나 화상 위험이 있는 공정에 사용할 수 있다.

독일 뮌헨공과대의 인체공학연구소장 클라우스 벵글러(Klaus Bengler) 교수에 의하면 근로자와 코봇 간의 상호작용은 서로의 장단점을 보완하여 작업의 효율성을 높이고, 근로자의 물리적 및 정신적 스트레스를 감소시킬 수 있다고 한다. 미국 MIT 연구 결과에 의하면 자동차 업체 BMW 생산라인에 외팔 코봇을 도입한 결과 사람이나 로봇이 혼자 작업하는 것보다 생산성이 85% 높아졌다고 한다. 영국의 다국적 회계컨설팅 그룹인 프라이스워터하우스 쿠퍼스(PwC)는 로봇이 가져 온 자동화로 15년 안에 미국 내 일자리의 38%가 사라질 것이라고 전망했다.



출처: 조선비즈, '인간과 협업하는 로봇... '코봇' 세상 열린다', 2017.03.27.

[그림 6-2] 전 세계 코봇시장 추이

바클레이스 캐피털은 전 세계 코봇시장은 2015년 1억 달러에서 2020년 30억 달러로 급성장하고, 전 세계 코봇 판매 대수는 2017년 3만 2,000대에서 2025년에는 70만 대로 증가할 것으로 예측하였다. 코봇 평균 판매가는 3만 달러다. 코봇 가격은 2020년까지 1만8,500달러 선까지 떨어질 것으로 예상된다.

전 세계 로봇 업체들은 앞다투어 코봇시장에 뛰어들고 있다. 코봇 분야의 선진 기업으로는 스위스의 ABB, 독일의 쿠카(KUKA), 일본의 화낙(Fanuc), 덴마크의 유니버설로봇, 대만의 하이윈이 있고, 국내 기업으로는 한화테크윈의 HCR-5, 로보스타의 아미로가 있다. 이들 기업은 먼저 외팔 코봇을 개발해 항공기와 자동차 생산라인에 도입하였고, 현재는 생산성이 더 높은 양팔 코봇을 개발하여 도입하는 단계이다.

ABB의 YuMi는 세계 최초의 양팔 코봇으로 유연한 손, 카메라 장착, 쉬운 프로그래밍, 최첨단 정밀모션 제어가 가능해 소형 전자부품 조립공정을 비롯한 여러 제조공정에서 작업자와의 협업에 유용하다.

화낙의 코봇 CR35i 모델은 약 35kg까지의 제품이나 물건을 들 수 있고 여러 산업 및 생산 분야에서 효율적 사용이 가능하다. 이 코봇은 팔을 이용해 선반에서 부품 또는 물건을 꺼내 다음 작업 프로세스를 위해 작업자에게 전달하거나 작업이 끝나면 다시 선반에 정리하는 기능을 갖추고 있다. 다만 정리 작업 또는 섬세한 작업은 작업자가 직접 담당해야 한다.

쿠카의 코봇 LBR iiwa 모델은 인체공학적 작업을 위해 도움을 주는 코봇이다. 이 로봇의 투입으로 머리 위로 이뤄지는 조립작업 또는 생산과정 중 근로자가 몸을 구부려 작업해야 하는 것을 대신할 수 있다. 코봇에 부착된 센서가 주변 환경을 인식해 부딪침을 방지하며, 무거운 부품을 넣는 반복 작업과 같은 ‘비인체공학적 작업’을 대신한다.

유니버설로봇(UR: Universal Robots)은 근로자의 작업 프로세스를 돕기 위해 제조된 11kg의 가볍고 콤팩트한 로봇 모델을 작업 책상에 설치했다. 특히 다른 코봇과는 달리 3kg까지의 부품을 옮기며 섬세한 작업을 할 수 있는 기능을 갖추고 있다.



출처: 한화테크윈 홈페이지

[그림 6-3] 한화테크윈의 HCR-5(외팔 코봇)

2.2.2. 사례

자동차 회사가 코봇 도입을 이끌고 있다. 자동차 메이커인 제너럴모터스(GM), 메르세데스벤츠, BMW, 포드는 자동차 제조공장에 협업 로봇인 ‘코봇(co-bot)’을 사용하기 시작하였다. 코봇이 산업용 로봇보다 효율적이기 때문이다. “로봇보고서” 저자인 프랭크 토베는 “코봇 등장으로 산업용 로봇이 감소할 것이다. 모든 자동차는 각각 다르기 때문에 전통적 산업용 로봇은 폐기될 것이다. 소비자 요청에 따라 대시, 타이어 밸브 캡 등 자동차 세부사항을 하나하나 설정해 생산하는 것은 산업용 로봇에 적합하지 않기 때문이다”라고 하였다.

〈사례 1〉 독일 쾰른에 있는 포드자동차 공장에는 생산라인에서 조립작업을 돕는 로봇이 새로 설치됐다. 이들 로봇은 근로자를 대체하기 위한 것이 아니다. 그들은 포드 근로자 4,000여 명과 함께 일하고 있다. 코봇은 포드

‘피에스타’ 자동차의 휠 아치 작업에서 발생하는 충격을 흡수하는 역할을 맡는다. 충격흡수로 근로자가 원활하게 조립하도록 돕는 것이다. 로봇은 용접과 같은 일상적 작업을 하고, 그 대신에 근로자는 각 자동차를 다양한 소비자 취향에 맞게 변화시키는 일을 맡는다. 브루스 헤틀 포드 부사장은 “코봇이 단순하고 반복적인 작업을 대신함으로써 근로자가 창의성이 필요한 작업에 집중하도록 돕는다”라고 말했다.⁸⁷⁾

〈사례 2〉 독일 가전제품 제조사인 BSH는 자사의 생산 프로세스를 조사한 결과 근로자가 작업대 위에 놓인 냉장고 문을 접착하는 등 단순 반복작업 과정에서 인체에 과도한 부담을 줘 근골격계 질환 사례가 증가함을 파악했다. 이에 근로자 작업 부담을 덜기 위해 순환근무를 활성화했지만 근본적인 해결책은 될 수 없었다. 결국 스페인 공장에 코봇을 투입해 근로자가 허리를 구부리며 하는 단순 반복작업을 대신하도록 개선했다.

〈사례 3〉 오토바이 트렁크 제조사인 NADSL SHAD는 코봇 투입 전까지 근로자가 구부정한 자세로 제품당 35개의 나사를 직접 손으로 조이는 작업을 수행했다. 지금은 2명의 근로자와 협력 로봇 1대가 같이 조립 작업을 하고 있다. 조립에 필요한 각 부품을 홀더에 고정시킨 후 버튼을 눌러 코봇을 작동시키면 코봇이 35개의 나사를 조인다.

코봇 도입에 따라 업무 중 일부가 바뀌고 있다. 코봇 벡스터를 도입한 프랙시스의 IT 전문가는 이전에는 데이터 수집과 보고 및 전통적인 IT 업무를 처리하였지만, 벡스터를 도입한 이후에는 현장에 나가 생산을 지원하는 업무가 반드시 필요해졌다. 또 공장에서 코봇 운영을 감독할 수 있는 시간이 더 필요해졌다. 이에 따라 프랙시스는 IT에 대한 요구 증가에 대응하기 위해 네트워킹엔지니어와 업무지원센터 인력을 포함하여 IT팀을 약 2배로 확충했다.

독일 ABB는 2016년 12월부터 세계 최초로 인간과 협업이 가능한 ABB-코봇 YuMi에 대한 첫 직업교육을 진행할 예정이다(BMWi, 2016).

2.3. 디지털 기기

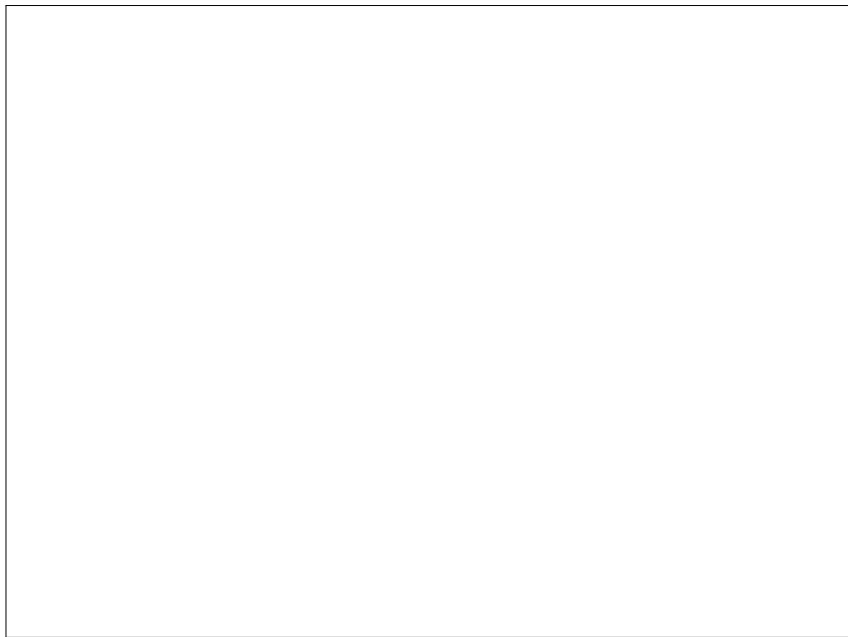
2.3.1. 의의 및 현황

선진 기업은 근로자의 작업 효율성을 높이고 물리적, 정신적 부담을 완화시켜 주기 위해 협업 로봇이나 근력강화 웨어러블 로봇 외에 다양한 디지털 기기를 개발하여 작업현장에 도입하고 있다.

제조업에서 디지털화 단계는 ‘디지털 지원시스템’, ‘사이버물리시스템’, ‘인공지능’의 기술 적용 정도에 따라 좌우된다. 디지털 지원시스템은 공장에서 가장 낮은 디지털화 수준이다. 이들은 컴퓨터 보조시스템으로 주로 제품 조립에 사용되며 단계별로 필요한 작업을 통해 노동자를 안내한다. 일부 전문가는 이러한 기술을 사용하면 최대 25%의 인력을 감축하면서도 매출은 크게 늘어날 것으로 예상한다.⁸⁸⁾ 지원시스템이란 컴퓨터의 조작 또는 그 조정 업무를 능률적으로 실행하기 위해 준비된 프로그램 그룹 또는 장치군으로 ① 시스템을 운영하고 유지하는 데 필요한 기법, 기술, 기구의 조합 ② 시스템의 생산과 검사를 위한 컴퓨터 프로그램의 집합. 예를 들면 헤드 마운트형 디스플레이(HMD: Head Mounted Display), Pick by light 시스템(Pick@Work), 스마트워치, 품질검사장비 비전 등이 있다(전국금속노동조합 노동연구원, 2017).

HMD는 안경처럼 착용하고 사용하는 모니터를 말하며 가상현실(VR)이나 증강현실(AR)에 사용된다. HMD를 산업현장에서 사용할 때는 주로 AR 기술을 적용한 안경으로 활용된다. 근로자는 HMD를 착용한 채 산업현장의 설비와 구조물 등에서 발생하는 실시간 이벤트를 확인하는 중에 추가적으로 보조 정보를 제공받는다. 이 기능을 통해 근로자는 수리 및 점검 작업 시 좀더 편하고 효율적으로 빠르게 일을 처리할 수 있다. AR 안경이 상용화되기 위해서는 마이크 장치, 카메라, 적외선 감지기, 와이파이와 블루투스 기능은 필수이다. 2015년 가을부터 엡손(Epson)사는 산업, 물류, 건설 분야 전문 사용을 중심으로 개발한 AR 안경을 판매하고 있다.

Pick by light 시스템(Pick@Work)은 작업 시 디스플레이를 통해 불이 켜지며 작업과정 순서를 지시한다. 화면을 보며 구성요소가 제대로 장착됐는지 컨트롤이 가능해 작업에 소요되는 시간은 더 줄어듦 작업 실수를 방지할 수 있어 작업능률과 제품의 품질은 높일 수 있다.



출처: www.insystems.de

[그림 6-4] 헤드 마운트형 디스플레이(Head Mounted Display)

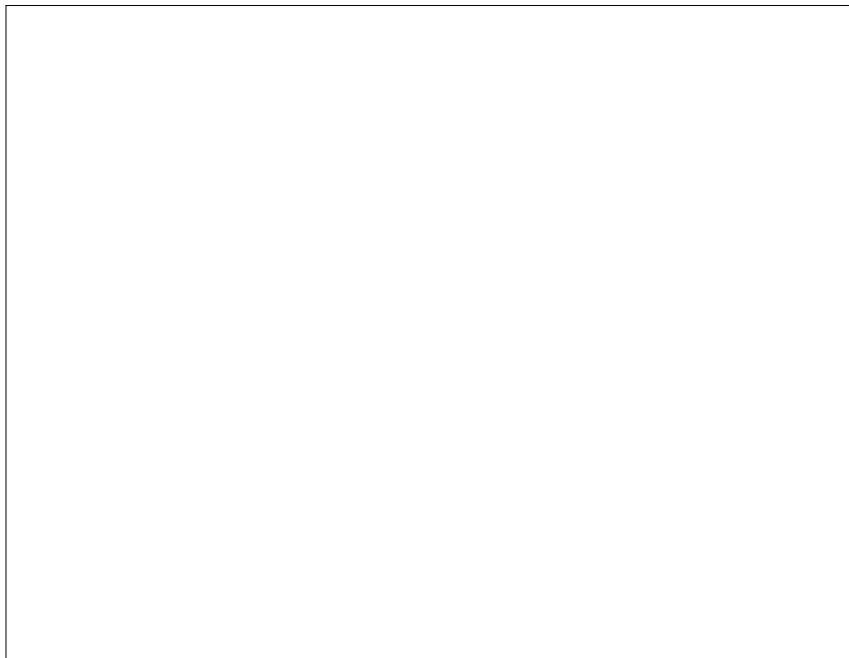
2.3.2. 사례

〈사례 1〉 공장 운영에 VR 기술을 도입한 일본 생산설비 메이커 ‘히라타기 공’⁸⁹⁾의 사례를 보자. 히라타기공주식회사(平田機工株式会社)는 구마모토현 구마모토시 북구 우에키마치(植木町)에 본사를 둔 생산라인 제조 메이커이다. 1951년 산업용 차량 제조 및 판매를 목적으로 구마모토현 구마모토시에 히라타차량공업주식회사로 출발했다. 이후 농업용 트레일러차량 제조(1958년), 컨베이어벨트, 컨베이어 슬레이트 제조 개시(1959년), 티브이 조립 라인 납입(1964년) 등 사업 영역을 넓혀 오다가 히라타기공상사(平田機工商事)와 타이헤이컨베이어주식회사(太平コンベヤー)가 합병하면서 히라타기공주식회사가 된다(1974년). 직각 좌표형 로봇 제어 테이블 시스템인 머신 베이스(マシンベース)를 개발(1977년)하고 자동차 제조사로부터 최초의 미션 조립 라인을 수주(1979년)하는 등 일본 내에서 사업을 확장하다가

해외 진출을 목적으로 미국 인디애나주에 자회사를 설립(1980년)하게 된다. 히라타기공이 개발한 다이렉트 드라이브 방식 로봇인 ‘AR-DD2700’이 일본 경제산업신문상을 수상(1988년)하는 등 기술력 강점을 바탕으로 독일에 자회사인 ‘히라타로보틱스(HIRATA Robotics GmbH)’를 설립(1993년)한다. 중국 자회사 설립(1999년), 멕시코 자회사 설립(2000년), 대만 자회사 설립(2006년) 등 글로벌 사업을 확장해 왔으며 2006년에 일본 JASDAQ 증권거래소에 상장했다(증권코드 6258). 2017년 도쿄 증권거래소 제1부로 시장 변경을 했다.⁹⁰⁾

개발해 온 각종 생산모들이 제조 시스템에서 가지는 강점에 기초해서 소프트웨어·하드웨어 양 분야의 개발, 제안, 설계, 제작, 시운전, 생산 기획까지 한번에 개발, 시행하는 것이 히라타기공의 경쟁력으로 평가받는다. 현재 자동차(엔진, 트랜스미션, 자동차 부품)와 반도체 관련 생산설비가 주된 사업 영역이며, 가전 등 그 밖의 업종용 설비도 있다. 세계 40여 개국 고객에게 생산 시스템 설계, 제조, 판매를 하고 있다.

히라타기공의 VR은 자동차 엔진 조립공장의 조립라인을 지나가는 부품이나 조립 로봇의 움직임을 입체 CG로 정교하게 묘사하여 실제 현장을 보는 듯하다. 생산설비 메이커인 히라타기공의 VR 시스템은 비교적 저렴한 게임용 기기나 소프트웨어 등으로 구성되어 있다. 각기 다른 장소에 있는 사람이 동시에 하나의 가상공간에 들어와서 마이크를 통해 회의를 할 수 있는 것이 특징이다. 가상현실 시스템을 제조현장에 도입해 업무효율화를 꾀하고 있는 것이다. 이와 같이 활용되는 VR 기기는 게임을 중심으로 보급이 진행되고 있지만 제조업에 활용하는 경우는 아직 드물다고 한다.



자료: http://www.47news.jp/localnews/kumamoto/2017/08/post_20170814135215.html

[그림 6-5] VR로 공장 내부를 보고 있는 히라타기공의 직원

본사 공장과 현(県) 밖의 영업 거점을 인터넷 회선으로 연결해서 설계 단계의 조립라인을 가상공간 내에 CG로 재현하면 기술자와 고객이 함께 개선점을 의논하는 것도 가능하다. 기본적으로 히라타기공이 생산하는 제품 조립 라인 전체 길이가 500m, 부품이 수십 만 점에 달하여 복잡한 구조를 가지고 있다. 따라서 라인의 배치나 기능을 고객에게 설명할 때 지금까지는 도면이나 CG 애니메이션을 활용해 왔지만, 기기의 사용 편리성이나 거리감이 잘 전달되지 않아 답답함이 있었다. VR 도입 후에는 고객으로부터 “이해하기 쉽다”라는 호평을 받고 있다.

무엇보다 제조라인의 흐름이나 조립 로봇의 움직임을 영상으로 재현하여 현실에서는 가까이 갈 수 없는 작업 중인 기기를 VR를 통해 매우 가까이에서 볼 수 있게 되었다. 이에 따라 설계단계부터 문제점을 철저하게 밝혀내는 것이 가능하기 때문에 히라타기공은 납품 후 유지보수에 들어가는 비용을 대폭

경감하는 것이 가능할 것으로 보고 있다. 히라타기공의 제품 중 90%가 해외에서 쓰이고 있기 때문에 많은 인원의 장기 출장을 동반하는 유지보수 비용을 삭감할 수 있다면 VR의 도입 효과는 크다.

히라타기공은 현재 본사 등 일본 내 3개 거점에 VR를 배치하고 있다. 수주액 1억 엔 이상의 안전을 중심으로 활용을 시작했다. 정보기술(IT) 전문가인 구마모토대학 공학부 아리쓰키 마사요시(有次正義) 정보전기전자공학과 학과장은 “VR는 근 몇 년 새 기기성능 향상이나 가격 저하가 진행되어 수입가구나 의류제품의 판매에 활용하는 예도 나오고 있다. 제조업에서의 활용 사례는 처음 들었지만, 재미있는 시도로 도입할 가치는 확실하다”라고 말했다.

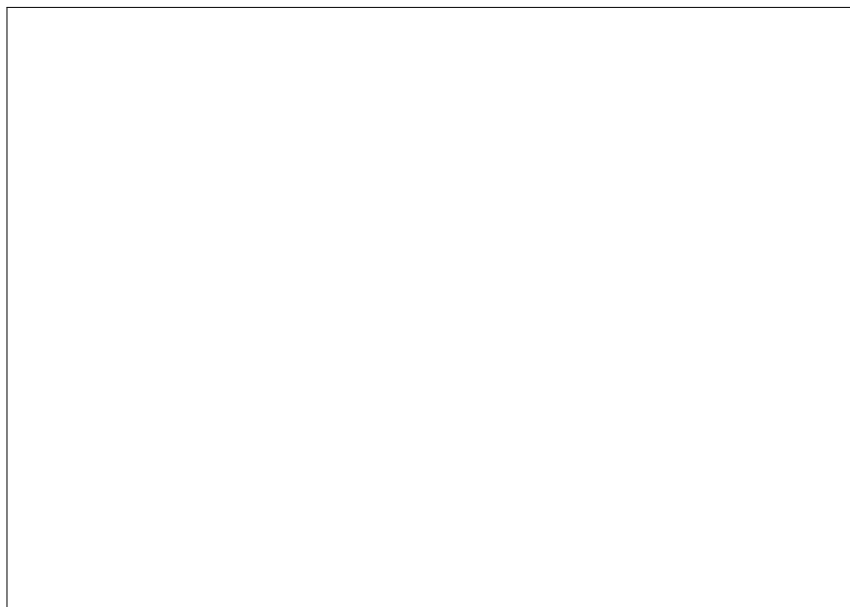
히라타기공은 기본적으로 이직이 잘 발생하지 않는 안정적인 기업이다.⁹¹⁾ 업종은 기계, 정밀 기기, 반도체, 전자제품, 증전기, 산업용전기 기기 및 기타 부문에 속하며, 입사자는 도치기현, 도쿄부, 시가현, 구마모토현 및 해외에서 근무하게 된다. 연간 입사자는 꾸준히 늘어 2014년도 22명, 2015년도 23명, 2016년도 26명이며 올해와 내년은 31~35명 채용할 예정이다.⁹²⁾

〈사례 2〉 우리나라에서도 다양한 디지털 기기가 활용되고 있다. 제조업 혁신 3.0에 따라 스마트공장 지정 공장인 현대차(아산)에서는 생산과정을 ICT와 융합해 최소 비용과 시간으로 최상의 결과를 목표로 스마트워치를 시범 시행하였다. 아산공장은 7개 차종이 한 라인에서 혼류 생산되므로 이종 발생 가능성 차단 목적으로 스마트워치에는 3가지 항목 즉, 차종, 부품명, 세부정보가 표시된다. 작업자는 모니터를 미처 못 보더라도 시계를 통해 정확한 부품 장착을 할 수 있어 이중으로 스크린할 수 있다. 이중이 장착되면서 스마트워치가 알람으로 알려준다. 이상훈 아산 공장장(전무)은 기존 불량률 1.2%에서 50% 이상 절감을 기대한다고 했다. 그러나 팔뚝에 부착하면 불편함과 감시 우려 등으로 반발이 있었고, 현재 기술적인 문제로 중단된 상태이다.

하이비스는 품질 문제가 있으면 전자펜이나 터치스크린으로 기록하여 정보를 실시간 공유할 수 있게 하였다. 예전에는 품질 문제 등을 키퍼공정에서 볼펜으로 기재하여 정보공유 속도가 느렸다. 이 시스템은 품질 문제가 발생하

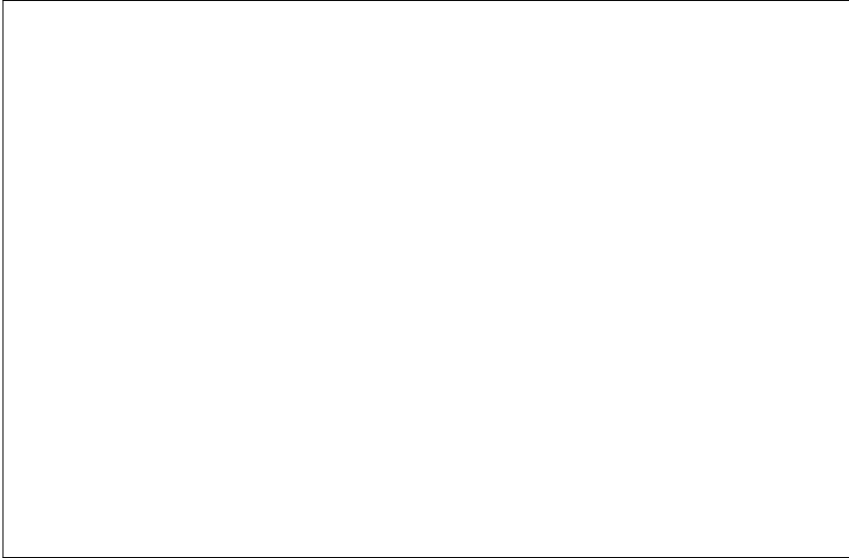
면 IT를 이용해 해당 공정에 즉시 통보하고 불량수정 여부도 한눈에 확인할 수 있어 불량 제품 사전 방지에 도움이 된다. 그러나 전자펜에 GPS 등 위치센서가 달려 있어 현장 감시 논란으로 도입이 늦어졌고 현재 터치스크린 방식을 활용하여 대부분 공장에서 도입되고 있다. 당시 “개개인의 작업이력이나 실수 등이 전산기록으로 남아 악용 가능성이 있으므로 하이비스 정보로 개별 불이익은 주지 않는다”라는 조건으로 설치되었다. “작업량이 늘어 불편하다”라는 주장도 있으나, 회사 측은 해외 공장에서는 하이비스 도입으로 생산과정 불량 방지율이 적용 이전 85% 수준에서 최근 약 96%로 높아졌다고 한다.

비전(vision)은 이물질, 굵힘, 흠집 등 불량을 파악하는데 인공지능 기능이 들어 있다. 현재 완성사에서는 도장 품질검사, 무인공정 품질검사에 설치되어 있고 부품사 등 제조업 전반에서는 압력, 습도, 색깔, 조임 강도 측정(피스톤 홀, 다이캐스팅 내부 결함, 제품 표면, 부품의 조립, 도금, 베어링 결함, 엔진블록 결함 등)에 사용되고 있다.



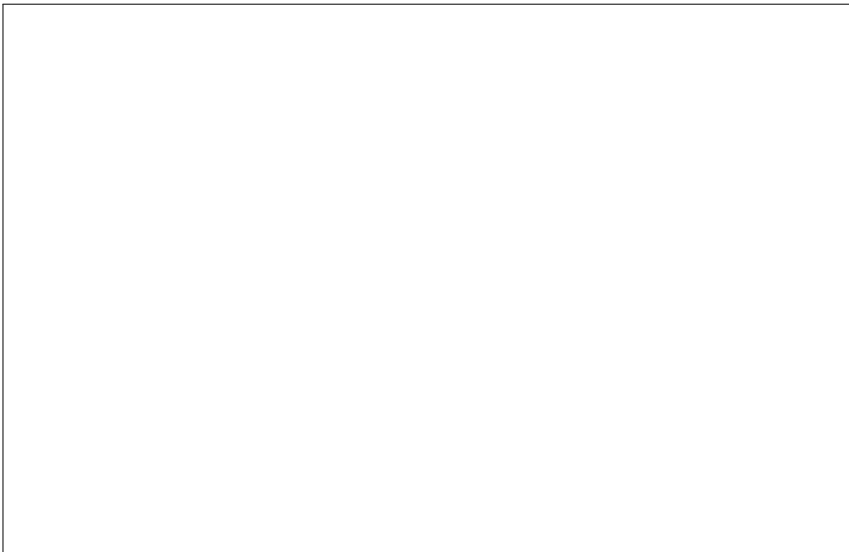
출처: 서울신문(2016.10.31)

[그림 6-6] 웨어러블 스마트워치



자료: 울산매일신문(2014.8.14.)

[그림 6-7] 하이비스(터치스크린)



출처: envision

[그림 6-8] 품질 검사장비 비전

자동차 진단 장비인 OBD 커넥터를 연결하면 고장 발생 부위가 화면에 표시된다. 과거 숙련 정비공이 고장 부위를 찾고 수리하던 역할은 거의 사라졌고 모듈단위로 부품을 교체하는 작업이 대부분이다. 정비작업이 수리에서 볼트를 풀고 조이는 교체 작업으로 대체되고 있다. 전기전자제품은 PC와 같이 원격수리도 가능하다.

2.4. 웨어러블 로봇

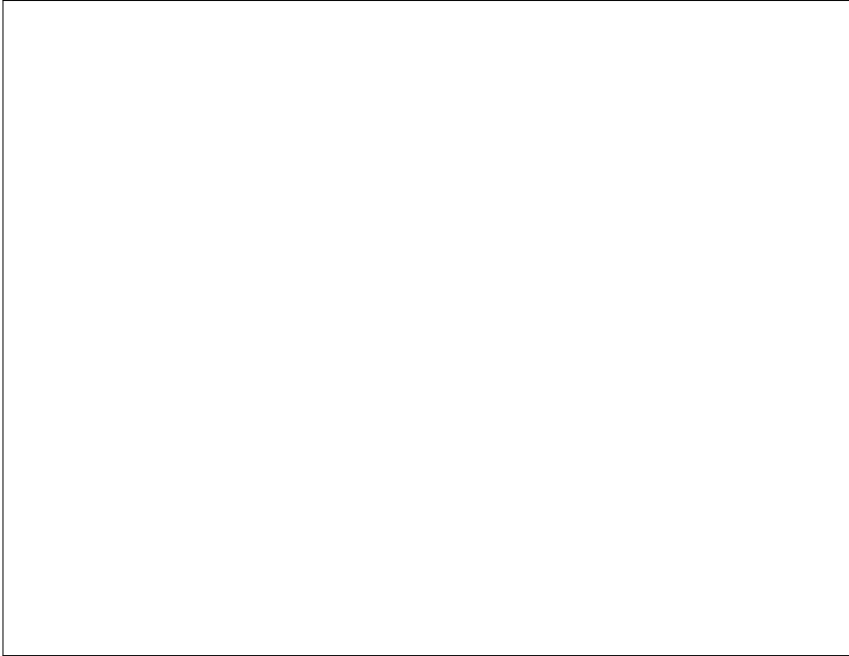
2.4.1. 의의 및 현황

웨어러블 로봇(Wearable robot: 착용 로봇)은 인간이 입을 수 있는 로봇으로 신체 기능을 강화하도록 보조하는 기능을 한다. 웨어러블 로봇은 인간 중심의 첨단 융·복합 기술로 노약자나 장애인의 활동을 보조하고, 산업 현장에서 작업자가 중량물을 처리하도록 하며, 군수 분야에서 작전 중 중량물을 운반하거나 정찰하는 일 등에 활용할 수 있다.⁹³⁾

웨어러블 로봇은 1890년 러시아 발명가 니콜라스 얀의 특허 스케치로부터 시작되어 120여 년 후에는 실제로 움직이는 웨어러블 로봇으로 발전하게 된다. 현대의 웨어러블 로봇의 시초는 1965년 ‘하디맨’이며 4.5kg의 힘으로 110kg의 물건을 들어 올릴 수 있었는데, 자체 무게가 650kg에 달하는 단점이 있었다. 이후 미국 국방부에서 웨어러블 로봇을 본격적으로 연구하면서 발전하기 시작한다(EBS1 방송).

2.4.2. 사례

〈사례 1〉 독일 아우디 공장은 ‘미래의 일터’ 전략으로 웨어러블 로봇인 chairless chair를 도입하여 자동차조립원들의 육체적 부담을 덜어주고 있다. 이 chairless chair는 무게 2.4kg으로 100kg 이상을 지탱할 수 있다. 스위스 스타트업 업체인 Noonee에서 제작하였다.



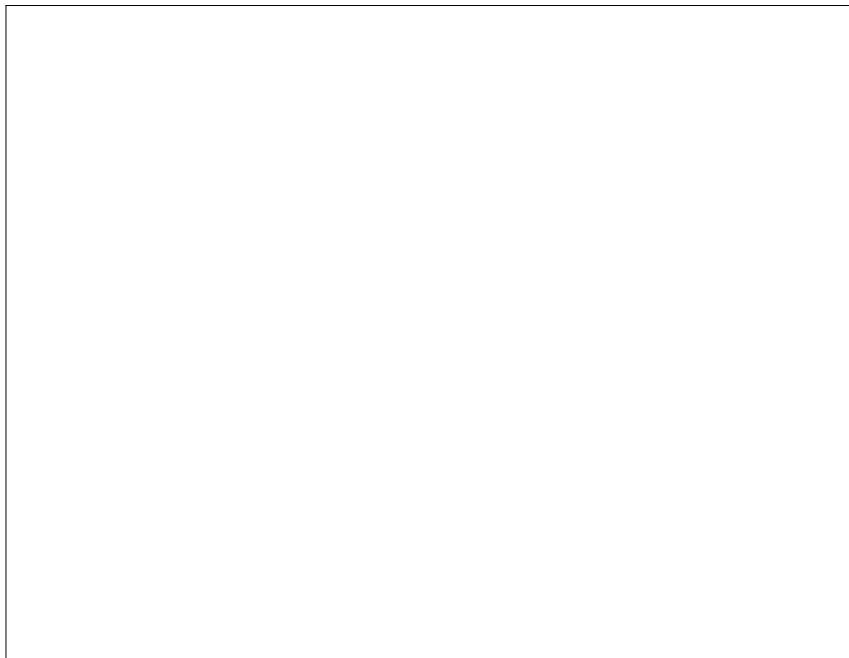
출처: www.robohub.org

[그림 6-9] 웨어러블 의자에 앉아 작업을 하는 자동차조립원

〈사례 2〉 우리나라의 현대차 그룹도 웨어러블 로봇을 개발하고 있다. 현대차 그룹의 웨어러블 로봇은 근로자의 허리와 무릎 등에 발생하는 하중이 크게 줄일 수 있다. 로봇 자체의 유압모터가 팔과 다리의 관절에 지속적으로 힘을 공급해주기 때문이다. 이들 웨어러블 로봇에는 초소형 고출력 모터, 인체공학적 착용부, 로봇과 인간 사이의 교감인지 인공지능과 같은 첨단 기술이 적용돼 있다.

이 로봇은 근로자 외에도 무거운 군장비를 갖추고 작전을 수행해야 하는 군인이나 거동이 불편한 장애인 및 노인들에게도 큰 도움이 될 수 있다. 또 재활치료가 필요한 환자들에게도 큰 도움이 된다.

현대차 그룹은 2018년부터 웨어러블 로봇을 소량 생산·보급해 시범 운용함으로써 로봇 시장에 교두보를 만들 계획이다.



출처: 현대차그룹 블로그

[그림 6-10] 현대차그룹에서 개발 중인 웨어러블 로봇

제3절 소결

세계 선도 기업은 지속적인 교육활동을 통해 디지털변혁 시대에 적극적으로 대응하고 있다. 디지털 인프라를 구축하고 생산성을 높이며 트렌드 분석을 통해 새롭게 발생하는 직무와 새로운 사업기회(디지털 사업모델 발굴 등)를 포착하여 재교육과 재배치를 통해 고용을 유지하고 있다.

첫째, 새로운 변화를 모색하기 위해 트렌드 분석을 통해 새롭게 요구되는 역량을 파악하여 교육과정을 설계한다. 새로운 근로환경에서 어떤 자격이 요구되는지, 그리고 이러한 요구역량은 인력개발, 업무자격개발, 조직개발과 어떻게 연관이 되는지 면밀히 분석한다.

독일 지멘스는 ‘인더스트리4.0@SPE 프로젝트’를 통해 업무의 변화를 분석

하고 그 분석 내용을 직업교육 내용과 교육 방식, 나아가 훈련교사의 자격 등에 체계적으로 적용했다. 독일 텔레콤은 미래 트렌드를 인지하고 열린 자세로 받아들일 수 있는 최고의 ‘디지털선도자’를 확보하기 위해 고객과 사업동향 분석을 통해 기술적 변화를 조기에 파악하고 변화상을 지속적으로 추적하며 기업에 미칠 영향을 분석하여 구체적인 직무능력과 숙련 요구사항을 추론한다.

디지털 혁신 시대에는 새로운 역량이 요구된다. 기업 사업 분야에 따르지만 대체로 업무영역에서는 IT 능력, 소프트웨어 활용 능력, 공정 및 시스템 이해 능력, 빅데이터 활용 능력 등이 필요할 것이다. 특히 IT 능력은 거의 모든 직원이 기본적으로 갖추어야 할 능력이 되고 있다. 제조업체의 경우에도 설비의 네트워크화는 소프트웨어의 사용 비중을 높이고 제조현장에서 기술의 초점은 기계에서, 전자, 그리고 IT로 이동하고 있다. 정보통신업체는 더욱 그러하다. 향후에는 사물과 연계성이 촘촘해지면서 IT보안에 관한 중요성이 커져 관련 인력 양성 교육이 많이 이루어질 것이다. 클라우드 및 빅데이터 환경에서 데이터 분석과 프로그래밍 언어 기술 습득 등도 직무 수행에 중요한 역량이 될 것이다.

소프트스킬의 중요성도 커지고 있다. 고객의 요구사항을 충분히 수용하고 근로자 간의 협업 속에서 생산성을 제고하기 위해서는 사회성과 문제 해결 능력이 핵심이다. 융합 등으로 다른 부문 간 관계적 능력이 매우 중요해지고 있으며 근로자 간 지식공유 및 팀작업, 그리고 효율적 의사소통 능력이 생산성 향상에 기반이 된다.

둘째, 새로운 스마트시대에 부합하는 새로운 교육훈련 시스템을 도입하고 있다. 자기주도적으로 학습할 수 있도록 학습플랫폼을 구축하고 작업장에서 교육할 수 있도록 학습공간도 마련하였다. 그리고 각종 디지털미디어를 활용하여 교육 및 작업환경을 조성하고 학습을 촉진하였다. 게임을 이용한 학습, 시뮬레이션, 보조시스템 혹은 사용설명서와 동영상 등 미디어 사용이 점점 늘고 있다. 직업재교육이 실무상황에 더 근접하고 업무과정에 더 잘 통합하기 위하여 교수학습 방법과 과정이 효과적인지 검토하고 있다.

셋째, 노사 간 협의를 통해 디지털화에 따른 고용불안을 감소하고 생산성을 높일 수 있는 실질적 교육과 훈련이 이루어지고 있다.

독일 기업은 가족적인 기업문화를 갖추고 있거나 근로자평의회 등 노사

간 협의체제가 공고하여 스마트공장 도입 등 자동화에 따른 일자리 감소 및 변화에 따른 불안과 우려가 적다. 독일은 신기술 도입에 따른 근로자의 불안을 완화하기 위하여 다양한 제도를 활용하고 있다. 경영주와 근로자가 개방된 분위기에서 허심탄회하게 변화 상황을 논의하며, 근로자가 신기술의 영향을 직접 체험토록 한다. 또한 젊은 근로자와 나이든 근로자를 한팀으로 구성하여 자동화에 따른 두려움을 완화하고 있다. 일방적인 자동화, 무인화는 노사분쟁으로 이어질 수 있다는 점에서 눈여겨볼 필요가 있다.

주석

- 72) BMWi(2016)에서 발췌 및 정리
- 73) BMWi(2016)에서 발췌 및 정리
- 74) BMWi(2016)에서 발췌 및 정리
- 75) 2014년 1월 1일부터 2016년 12월 31일까지 3년 동안 지속된 연방교육연구부가 지원한 연합 연구 프로젝트이다. 상황에 맞는 다중 방법의 모바일 이용 인터페이스를 효과적이고 효율적이며 접근 제한이 없는 지식관리요소로서 개발하고 통합하는 것을 그 목표로 한다.
- 76) 본 자료는 ‘독일 스마트공장 현황과 시사점’(권준화, 2016)의 원고를 재정리하였음.
- 77) Ostwestfalen-Lippe: 독일 북서부의 노르트라인베스트팔렌(Land Nordrhein-Westfalen: 주도는 뒤셀도르프)주에 속한 도시. 약칭 OWL.
- 78) Spitzencuster-Wettbewerbs des Bundesministeriums; 독일 연방교육연구부(BMBF)에서 업계와 대학, 연구기관 등 지역 내 다양한 주체를 연결하여 연구 및 산업 혁신을 꾀하는 기획. 2015년까지 세 번의 대회가 개최되어 5군데의 클러스터가 향후 5년간 지급되는 최고 4,000만 유로에 달하는 펀딩을 상으로 받았다. 2015년 기준, 총 15개 클러스터가 6억 유로의 펀딩을 받았다. 대회에 참가한 클러스터는 심사위원에게 전략적 콘셉트와 실제 적용 결과 및 해당 비즈니스에서 결정적인 재정 요인 등을 설득력 있게 제시해야 한다.
- 79) 전문 기기 설비 및 자동화 분야 전문지 ‘컨트롤 엔지니어링’ 유럽판 기사 <Integrated industry and the future of smart factories> (2017년 6월 8일자)
<http://www.controlengurope.com/article/133945/integrated-industry-and-the-future-of-smart-factories.aspx>
- 80) 세계일보, ‘포스코, 세계 첫 인공지능제철소 변신’, 2017.9.6.
- 81) BMWi(2016)에서 발췌 및 정리
- 82) <https://iot-analytics.com/top-5-new-industrial-iot-jobs/> “The top 5 new jobs created by the Industrial IoT”.
- 83) 기술중심의 작업조직을 Hirsch-Kreinsen은 ‘디지털 테일러즘’이라고 부른다.
- 84) 생산가능인구(15-64세)는 2016년을 정점(3,763만 명)으로 2017년부터 감소하기 시작한다.
- 85) 고령인구 비율(65세 이상 인구의 구성비)은 2017년 13.8%(707만여 명)에 달하고, 이는 2065년 42.5%(1,827만여 명)까지 급증할 것으로 예측된다. 60세 이상 고용률은 2010년 이후 계속 증가하여 2016년 39.3%에 이르렀다.
- 86) 사이언스 타임스, ‘인간과 협업, 코봇이 대세’, 2017.4.3.
- 87) 전자신문, ‘사람과 함께 일하는 로봇 ‘코봇’ 주목...일자리도 오히려 늘려’, 2016.11.09.
- 88) IndustriALL Industry 4.0 paper_v4(2017)는 IndustriALL(국제제조산업노조)이 2017년 10월 총회에 제출하기 위해 정리한 토론문 초안. 김성혁 외(2017)에서 재인용.
- 89) 熊本日日新聞, ‘仮想現実で業務改善’, 2017.8.14., ‘夢広がるVRの活用’, 2017.9.9.
- 90) <https://ja.wikipedia.org/wiki/平田機工>; <http://www.hirata.co.jp>
- 91) 2016년 입사자 중 이직자 0명, 2015년 입사자 0명, 2014년 입사자 2명 등.
- 92) 일본 채용정보사이트 ‘리쿠나비’ 히라타기공 2018년도 모집 요강.
<https://job.rikunabi.com/2018/company/r381600063/employ/>
- 93) 한국정보통신기술협회, ‘IT용어사전’. 2017.11.1.

제7장

4차 산업혁명 시대의 유망직업과 위기직업

제1절 4차 산업혁명 시대의 유망직업

본 단원에서는 4차 산업혁명의 기술 진보로 일자리 기회가 더 증가할 수 있는 기존 직업과 새롭게 부상할 수 있는 유망직업을 소개하고자 한다. 향후 어떤 직업이 유망할 것인가를 예측하는 일은 쉽지 않다. 직업의 생성과 성장에는 기술의 진보, 정부의 정책, 인구구조의 변화, 구성원의 의식, 기후변화, 사회경제적 상황 등이 복합적으로 상호작용하여 영향을 미치기 때문이다. 더욱이 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등 첨단기술의 변화와 발전이 급격히 이뤄지고 있는 요즘의 상황에서는 미래에 어떠한 직업이 유망할지를 정확히 예측하기란 어려운 일이다. 따라서 먼저 4차 산업혁명 시대에 유망한 분야를 짚어 보고 이후에 구체적 유망직업을 제시하고자 한다.

1.1. 4차 산업혁명 시대의 유망 분야

4차 산업혁명 시대에는 사물인터넷, 클라우드, 드론, 모바일, 자율주행자동차, 가상현실, 로봇, 생명공학, 인공지능 등 첨단기술의 발전이 가속될 것이다. 따라서 이와 관련된 기술을 적용하고 활용하는 첨단 분야에서 일자리 기회가 많이 생길 것으로 기대된다.

4차 산업혁명은 제조, 생산, 유통 그리고 서비스 등에 ICT가 결합되어 지금과는 다른 방식으로 변화가 나타나는 것을 의미한다. 방대한 양의 데이터를 이용하여 비즈니스의 운영 방식을 바꾸려면 정보를 수집하고 저장하기 위한 센싱 기술, 데이터베이스 구축 그리고 무선통신 관련 인력이 더 많이 필요하다. 새로운 사업모델을 만들기 위한 플랫폼과 시스템을 구축하기 위한 소프트웨어 관련 인력 그리고 점차 증가하는 정보의 보안을 담당하는 사람이 더 필요할 것이다.

또한 4차 산업혁명 시대에는 어려운 사람을 돌보고 삶의 질을 개선하는데 기여하는 직업이 유망할 것이다. 첨단과학이 발달하면서 양극화가 심해지고 상대적으로 소외되고 어려운 사람이 많아질 수 있으므로, 이들을 돌보고 삶의 질을 개선하는 분야에서 일자리 기회가 더 많아질 것이다. 즉, 복지, 공공의 안전, 삶의 질 향상, 날로 다양해지는 개인의 욕구 충족과 관련된 분야에서 새로운 일자리 기회가 더 많아질 것이다.

1.2. 유망직업 선정

기계학습과 자동화, 생명공학으로 대표되는 4차 산업혁명 시대에 어떤 직업이 유망할지 좀더 구체적으로 제시하고자 한다. 4차 산업혁명의 기술 진보에 따라 지금보다 일자리가 더 증가할 수 있는 기존 직업과 새롭게 부상하는 직업을 중심으로 살펴볼 것이다. 4차 산업혁명 시대에 일자리가 어떻게 변화할 것인지를 생각하고 추측하는 데 도움이 되기를 바란다.

기계학습과 자동화로 대표되는 4차 산업혁명 시대의 유망직업을 선정하기 위하여 다양한 고찰을 수행하였다. 한국고용정보원의『중장기 인력수급 수정전망 2015-2025』, 『2017 한국직업전망』 등의 자료를 분석하였다. 『중장기 인력수

급 전망』을 통하여 향후 취업자 수가 증가하는 유망한 산업과 직종을 검토하였으며, 『2017 한국직업전망』에서 직업세계의 주요 트렌드를 참고하였다.

특히 한국고용정보원이 2013년부터 매년 수행하고 있는 신직업 연구를 참고하였다. 신직업 연구는 국내외 직업을 비교하여 선진국에 있으나 우리나라에는 없는 직업, 현재 우리나라에서 시작 단계이나 직업세계의 흐름을 고려할 때 향후 확대가 가능한 직업 등을 체계적으로 발굴하려는 시도이다. 2013년부터 2016년까지 한국고용정보원이 발굴한 신직업의 목록은 총 382개(2013년 102개, 2014년 113개, 2015년 100개, 2016년 67개)이다. 이러한 신직업 목록을 보고 첫째, 4차 산업혁명의 기술 진보(AI, Big Data, Cloud, Mobile, 가상·증강현실, 생명공학, 자율주행자동차, 블록체인, 사물인터넷, 3D프린터, 드론 등)와 관련성이 깊고 둘째, 10년 후를 기준으로 지금보다 일자리가 많이 증가할 수 있는 직업을 확인하였다.

4차 산업혁명의 유망직업을 결정하기 위하여 한국고용정보원의 직업연구자들이 신직업과 직업전망에 수록한 직업을 보면서 4차 산업혁명의 개념과 관련성이 높고 일자리가 많이 생길 수 있는지를 고려하여 다음과 같이 4차 산업혁명시대의 유망직업을 도출하였다.

<표 7-1> 4차 산업혁명 시대의 유망직업 10선

연번	직업명	이유	관련기술
1	사물인터넷 전문가	사물과 사물이 대화를 나누기 위하여 센싱할 수 있는 기기를 통해서 자료를 수집하고 이 자료를 데이터베이스에 저장하고 또한 저장된 정보를 불러내어 서로 통신할 수 있게 하는 사물인터넷 전문가의 수요가 더욱 증가할 것임.	무선통신, 프로그램 개발 등
2	인공지능 전문가	인간의 인지·학습·감성 방식을 모방하는 컴퓨터 구현 프로그램과 알고리즘을 개발하는 사람의 수요가 많음.	인공지능, 딥러닝
3	빅데이터 전문가	비정형 및 정형 데이터 분석을 통한 패턴 확인 및 미래 예측에 빅데이터전문가를 금융·의료·공공·제조 등에서 많이 요구함. 인공지능이 구현되기 위해서도 빅데이터 분석은 필수적임.	빅데이터
4	가상(증강·혼합) 현실전문가	가상(증강)현실은 게임·교육·마케팅 등에서 널리 사용하고 있으며 가상현실 콘텐츠 기획, 개발·운영 등에서 많은 일자리 생성이 기대됨.	가상(증강) 현실

연번	직업명	이유	관련기술
5	3D프린팅 전문가	3D프린터의 속도와 재료 문제가 해결되면 제조업의 혁신을 유도할 것으로 기대됨. 다양한 영역(의료·제조·공학·건축·스타트업 등)에서 3D프린팅을 위한 모델링 수요 증가 기대됨.	3D프린팅
6	드론전문가	드론의 적용 분야(농약살포, 재난구조, 산불감시, 드라마·영화 촬영, 기상관측, 항공촬영, 건축물 안전진단, 생활스포츠 기록 등)가 다양해지고 있음.	드론
7	생명공학자	생명공학이 IT와 NT가 융합되어 새로운 기술이 탄생하고 있음. 생명정보학, 유전자가위 등을 활용하여 질병치료 및 인간의 건강 증진을 위한 신약·의료기술이 개발되고 있음.	생명공학, IT
8	정보보호 전문가	사물인터넷과 모바일 그리고 클라우드 시스템의 확산으로 정보보호 중요성과 역할이 더욱 중요해짐.	보안
9	응용소프트웨어 개발자	온라인과 오프라인 연계, 다양한 산업과 ICT의 융합 그리고 공유경제 등의 새로운 사업 분야에서 소프트웨어의 개발 필요성이 더욱 증가함.	ICT
10	로봇공학자	스마트공장의 확대를 위해 산업용 로봇이 더 필요하며 인공지능을 적용한 로봇이 교육·판매·엔터테인먼트·개인 서비스에 더 많이 이용될 것임.	기계공학, 재료공학, 컴퓨터공학, 인공지능 등

12.1. 사물인터넷전문가

(1) 수행 업무

사물인터넷(IoT: Internet of Things)이란 인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스를 말한다.⁹⁴⁾ 사물인터넷전문가는 사물이 서로 교신할 수 있도록 센서를 부착해 실시간 데이터를 인터넷으로 주고받는 기술이나 환경을 구축한다. 여기에서 ‘Things(사물)’란 차, 스마트폰, 가전제품, 로봇, 웨어러블 기기, 약병, 기저귀, 목걸이, 교통 안내판 등 물질세계에 있는 대부분 유형의 물건은 물론이고 공간, 데이터 등 무형의 것까지 포함한다. 사물인터넷을 통하여 네트워크상에서 정보를 자동으로 전송할 수 있게 지원함으로써 현명한 결정을 내리고 지속적인 개선과 상호작용을 위한 기반을 제공할 수 있다.

사물인터넷전문가가 수행하는 일을 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같

다. 사물끼리 연결하여 어떠한 서비스를 제공할 수 있는지 기획한다. USB, 블루투스, WiFi, NFC 등 네트워크를 활용한 센서를 개발한다. 센서를 통해서 수집된 정보를 응용 목적에 따라 실시간으로 전달한다. 블루투스나 USB를 통해 모바일 혹은 컴퓨터로 전송하여 쉽게 기록할 수 있도록 해주는 애플리케이션을 개발한다.

- **〈필요 역량〉** 사물인터넷전문가로 일하기 위해서는 기본적으로 정보통신 기술(ICT)과 관련된 역량이 필요한데 통신공학, 컴퓨터공학, 전자공학, 제어계측공학 등을 공부해야 한다. 사물인터넷 분야는 기술 자체도 중요하지만, 어떤 부분에 적용하고 확대하여 응용할지가 성공의 관건이다. 즉, 사업모델을 만들어 내는 것이 중요한 역량이므로 다양한 기기에 확대 적용할 수 있는 응용력과 창의력을 키우는 것이 무엇보다 중요하다.
- **〈활동 분야〉** 사물인터넷전문가는 주로 통신회사나 소프트웨어 개발업체의 연구소 또는 정부의 정보통신 관련 업무를 주관하는 부처의 산하기관이나 연구기관에 근무한다. 향후 사물인터넷의 활용도가 높아질 분야는 헬스와 의료, 도시와 안전, 제조, 에너지, 자동차와 교통, 홈(주택) 등으로 예상된다. 최근(2017년 8월) 정부는 스마트시티 같은 대규모의 IoT 실증단지를 조성하겠다고 밝힌 바가 있어 건설 분야에서도 사물인터넷의 활성화가 예상된다.

(2) 유망직업 이유

첫째, 사물인터넷은 4차 산업혁명의 핵심 기반 기술이다. 4차 산업혁명은 데이터의 혁명으로 불리기도 하는데 이러한 데이터를 모으려면 자료를 수집하기 위한 사물인터넷 기술이 필요하다. 또한 4차 산업혁명의 특징을 초연결성이라고 하는데 모든 것이 연결되어 서로 교신하고 정보를 교환하기 위해 사물인터넷이 필요하다. 사물인터넷은 제조업이 4차 산업혁명화하는 데에도 필수적이다. 기존의 자동화 공정 시스템을 넘어 공장이 스스로 생각하고 움직이는 것이 스마트공장이다. 이 스마트공장이 가능하려면 공장의 자동화 모듈이나 로봇 등에서 생산이나 제조를 하는 과정의 정보가 수집되어 한곳에 보내져서 분석되어야 품질 향상과 에너지 절약을 할 수 있다. 생산공정과 관련된 정보

를 수집하기 위하여 사물인터넷 기술이 필요하다.

둘째, 사물인터넷은 적용 분야가 무궁무진하며 우리 생활의 편익을 증가시킨다. 사물인터넷의 적용 분야는 교통, 의료, 건설, 가정용품, 교육, 제조업, 금융 등으로 다양하다. 사람이 다가가면 키를 꽂지 않아도 자동차 문의 잠금장치가 열리고 자동차에 부착된 카드와 톨게이트 시스템이 무선으로 정보를 교환하여 자동 결제되는 하이패스도 사물인터넷에 해당한다. 가정용 전자장비도 스마트폰 등과 연결되어 가정용 홈네트워크가 가능하다. 특히 의료 분야에서 사물인터넷이 많이 활용될 것으로 예상된다. 2016년 225억 달러를 기록한 IoMT(Internet of Medical Things) 시장은 2021년까지 26.2%의 연평균 성장률을 기록할 것으로 전망된다⁹⁵⁾. 시계나 팔찌처럼 손목에 찰 수 있는 웨어러블 기기는 체중이나 혈당, 혈압 등 사람(환자)의 생체 정보를 블루투스나 무선 네트워크를 통해 스마트폰에 전송해 실시간으로 데이터를 기록하고, 측정된 생체 정보를 병원, 건강센터 등의 디바이스에 실시간으로 전송할 수 있다. 이처럼 사물인터넷에 기반을 둔 융합 서비스가 일상화된다면 사람들은 더욱 신속한 건강관리 서비스를 받을 수 있다. 특히 홀몸노인이나 움직이기 힘든 환자의 관리가 용이해진다.

셋째, 차세대 핵심 ICT 사업인 사물인터넷 시장의 성장이 예상된다. 세계 각국의 정부와 글로벌 기업은 차세대 핵심 ICT 사업으로 사물인터넷을 꼽는다. 사물인터넷은 이미 성숙기에 있는 스마트폰 시장을 넘어 자동차, 전자제품, 일상용품으로까지 적용 범위가 확대되고 있어 폭발적인 수요 증가가 예상되기 때문이다. 세계적인 IT 시장조사 전문기관인 가트너(Gartner)는 2012년 10대 전략 기술 중의 하나로 사물인터넷을 선정했고, 사물인터넷용 사물 및 기기가 2020년 2,000억 개에서 2040년에는 1조 개 이상으로 증가할 것이라 예상했다.

우리나라도 사물인터넷 서비스 시장을 창출하고 확산하며 글로벌 사물인터넷 전문 기업을 육성하는 등 적극적으로 대응할 의지를 밝힌 상태다. 이 같은 정부의 육성정책과 의지는 특정 분야의 일자리나 전망에 영향을 미치는 중요한 요인이므로 사물인터넷 분야에서 일할 꿈을 가진 사람들에게는 긍정적인 신호라고 할 수 있다. 사물인터넷이 가져올 변화가 클 것이라는 데는 의심의 여지가 없다. 현재 우리나라의 사물인터넷 기술은 선진국에 비해 약간 뒤져

있지만 우리나라의 사물인터넷 시장도 빠르게 성장하고 있다. 포화상태에 이른 통신시장과 침체된 주택시장에서 돌파구를 찾기 위한 이동통신사와 건설사에서 ‘스마트홈’ 경쟁을 벌이는 것도 큰 요인으로 작용하고 있다.

사물인터넷에 대한 본격적 논의가 시작된 지는 10년이 넘었다. 그러나 사물인터넷은 아직도 시작 단계이며 발달의 초기 단계로 향후 더 큰 발전이 예상된다. 지금도 사물인터넷과 관련된 전문지식과 실무능력을 갖춘 전문 인력을 소프트웨어 개발 회사나 통신회사 등에서는 높은 몸값을 주고 서로 모셔가려고 하고 있다.

1.2.2. 인공지능전문가

(1) 수행 업무

인공지능(AI: Artificial Intelligence)이란 인간의 학습능력과 추론능력, 지각능력, 자연언어의 이해 능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술이다. 인공지능전문가는 인간의 뇌 구조에 대한 지식을 바탕으로 컴퓨터나 로봇 등이 인간과 같이 사고하고 의사결정을 내릴 수 있도록 인공지능 알고리즘을 개발하거나 프로그램으로 구현하는 기술을 개발한다. 여기에서 인공지능 알고리즘의 핵심은 딥러닝이다. 수많은 데이터 속에서 패턴이나 규칙을 발견한 뒤 컴퓨터가 사물을 분별하고 정보를 처리하도록 기계를 학습시킨다.

이들이 하는 일을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 인공지능을 개발하기 위해 먼저 인간 뇌에서 발생하는 일련의 정보처리 과정, 학습과정을 분석한다. 인공지능과 관련된 지식과 기술(자연어처리, 패턴인식, 신경망, 지식베이스시스템, 퍼지이론, 딥러닝 등)에 관한 연구를 수행한다. 뇌의 정보처리, 학습과정과 유사한 알고리즘과 컴퓨터 프로그램을 개발한다.

- **〈필요 역량〉** 대부분의 인공지능전문가들은 컴퓨터공학과 인지과학(인지심리학, 인공지능, 언어학, 신경과학, 인류학, 철학 등의 여러 분야를 통합해서 지칭하는 학문) 분야의 석사 혹은 박사학위를 가지고 있으며, 프로그래밍 언어와 시스템 통계 및 분석에 상당한 수준의 능력을 갖추어야 한다. 우리나라 기업에서 현재 인공지능전문가를 채용할 때 대학에서

인공지능 관련 전공을 하고 실제 프로그래밍이 가능한 자를 선호한다.

- **〈활동 분야〉** 인공지능전문가가 활약할 수 있는 영역은 다양하나 이들이 가장 많이 진출하는 곳은 ICT 업체(SI, 통신, 포털, SNS업체 등), 게임회사, 자동화로봇 제조업체 등이다.

(2) 유망직업 이유

4차 산업혁명 시대에 가장 이슈가 되는 것이 인공지능이다. 우리나라에 4차 산업혁명의 ‘봄’을 몰고 온 것은 세계경제포럼(WEF)에서 2016년 1월 클라우드 슈밥이 4차 산업혁명을 처음 언급한 시점이 아니라 같은 해 3월에 구글의 인공지능 알파고가 우리나라 불세출의 승부사 이세돌 구단을 꺾은 무렵이었다. 이러한 인공지능을 연구하고 개발하는 사람이 향후에 유리하다는 것은 자명하다.

첫째, 인공지능전문가가 유망한 이유는 인공지능이 위력을 발휘할 수 있는 제반 여건이 충족되었고 향후에 더욱 발전할 것이기 때문이다. 사실 인공지능이 최근에 갑자기 나타난 것이 아니라 1956년에 미국의 존 매카시라는 사람이 탄생시켰으며 수차례의 시행착오를 겪으면서 현재에 이르게 되었다. 우리가 흔히 즐겨 왔던 바둑의 컴퓨터 대국 프로그램 혹은 과거의 번역프로그램도 모두 인공지능과 유사한 것이라고 할 수 있다. 여태까지는 그 성능이 사람에게 훨씬 못 미쳐서 인공지능은 사람을 능가하지 못할 것이라는 인식이 팽배했었다. 그러나 컴퓨터의 처리 속도가 과거와 달리 획기적으로 개선되고, 이를 분석할 수 있는 데이터의 양이 많아지면서 과거에는 상상도 할 수 없는 일을 인공지능이 실현시키고 있다. 향후에도 데이터의 양은 기하급수적으로 늘어날 것이며 컴퓨터의 저장 용량과 처리 속도는 계속 향상될 것이다.⁹⁶⁾ 그리고 인간이 주입한 경험지식이 아닌 기계 스스로 데이터를 통해 지식을 찾아내는 방식으로 컴퓨터가 스스로 학습하는 딥러닝이 더욱 정교해지면서 인공지능을 연구하고 개발하는 전문가의 일자리가 많이 증가할 것이다.

둘째, 인공지능의 적용 범위가 점차 확산되고 있다. 현재 인공지능은 정신스포츠, 번역, 상품추천, 음성비서, 자율주행자동차, 영상판독, 법률, 금융 등 생활 곳곳에 적용되고 있는데 향후에 이 적용 범위가 더욱 확산될 것이다. 정신스포츠의 하나인 바둑대국에서 구글의 인공지능 알파고가 2016년 3월 불세

출의 승부사 이세돌을 4:1로 격파하고 2017년 5월 인간 최고 고수 커제를 3:0으로 제압하였다. 세계인들의 관심 속에 벌어진 대결은 인공지능의 압도적인 승리로 끝이 났고, ‘입신(入神)’의 경지에 이른 두 바둑고수를 손쉽게 물리친 인공지능의 위력에 사람들은 놀라움을 넘어 두려움에 휩싸이게 되었다.

인공지능으로 번역하는 프로그램은 진보를 거듭하여 특정 언어를 다른 언어로 통역해 주기도 한다. 2016년 IBM의 Jil Watson이라는 인공지능은 대학에서 사람을 대신해서 학생들의 수강신청 관련 문의에 답변하는 조교 역할을 훌륭히 수행했으며, 최근 많이 출시되고 있는 다양한 인공지능 비서는 주인이 요청하는 내용을 음성을 통해 인식하고 클라우드에 있는 정보를 제공하거나 음악을 들려주고 일정관리를 해주기도 한다. CCTV 화면에서 범죄와 관련된 상황이 무엇인지를 판단하고, 범죄 상황이 의심될 때 공권력이 출동할 수 있게 조치하며, 페이스북의 댓글을 분석하여 이용자 중에서 자살 징후가 있을 경우에는 자살방지센터에 연락도 해준다. 복잡한 세무 관련 규정이나 조항 등을 고려하여 세무신고를 도와주기도 하며, 포털사이트에서 음란물을 차단하는 역할을 인공지능이 수행하기도 한다. 또한 금융권의 인공지능 로보어드바이저는 투자자의 위험 감수 정도와 목표 수익률을 제시하면 최적의 투자 포트폴리오를 제공해 주며 IBM 계열의 인공지능 왓슨은 환자의 영상자료를 보고 의사보다 더 정확한 확률로 각종 암 여부를 판독한다. 앞으로도 인공지능의 적용은 교통, 공공안전, 제조⁹⁷⁾, 의료, 금융·보험·주식투자, 교육, 사무행정 및 경영, 법률 등으로 더욱 확산될 것이다.

셋째, 인공지능 시장이 확산되어 이 분야의 전문가를 많이 요구한다. 미국의 경제 전문 잡지인 Forbes에 따르면 2016년도부터 미국 내 38%의 기업이 이미 인공지능을 이용하고 있으며 2018년까지 62%로 올라갈 것이라고 예측했다. 우리나라에서도 인공지능 분야의 성장이 예상된다. 현재 ICT 관련 대기업에서는 역량 있는 인공지능전문가를 영입하기 위하여 총력을 기울이고 있는데, 향후 인력 수요가 더욱 증가할 것으로 전망된다.

인공지능은 IoT, 빅데이터, 기계학습, 지각인식, 지식추론, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 기술의 결정체라고 할 수 있다. 4차 산업혁명에서 가장 특징적인 기술 하나를 꼽는다면 아마도 그것은 인공지능일 것이다. 전 산업에 걸쳐 인공지능의 수요는 증가할 것으로 예상된다.



출처: 신성장 인공지능(AI)의 기술과 발전 방향, 2017 ICT 산업전망콘퍼런스 자료, 이강윤.

[그림 7-1] 뉴스를 분석하는 인공지능

1.2.3. 빅데이터전문가

(1) 수행 직무

빅데이터는 수집과 유통이 빠른 아주 방대한 양의 데이터를 말한다. 데이터의 형태도 특정한 형식을 갖춘 것은 물론이고 형식을 갖추지 않는 다양한 성격의 정보를 모두 포함한다. 이러한 빅데이터는 크기(Volume)와 다양성(Variety) 그리고 속도(Velocity) 등 세 가지 요소로 구성된다. 매우 빠른 속도로 생산되고 있는 거대한 데이터를 실시간으로 수집 및 저장할 수 있게 하고 이들 데이터를 분석하여 가치 있는 정보를 추출하는 일을 하는 사람을 빅데이터전문가라고 한다.

빅데이터전문가가 하는 일은 크게 데이터 분석·기획, 데이터 수집, 데이터 분석, 시각화 및 보고서 작성 등으로 구분된다. 첫째, 데이터 분석·기획 단계에서는 고객이 빅데이터를 통해 얻고자 하는 정보가 무엇이고 어디에 활용할 것인지를 협의하여 구체화된 빅데이터 분석 내용을 목록화한다. 둘째, 데이터 수집단계에서는 고객이 보유한 데이터와 좀더 심층적인 분석을 위해 다른 개인, 기업, 공공기관 등이 보유한 데이터를 수집하기 위해 협의한다. 셋째, 분석 단계에서는 통계 혹은 전산프로그램, 자체 개발된 검색 엔진 등을 활용하여 목록화된 분석 내용에 따라 데이터를 분석한다. 넷째, 빅데이터 분석이 완료되면 도출 결과를 고객이 쉽게 이해할 수 있도록 시각화하여 보고서를 작성한다. 이외에도 빅데이터를 활용하여 유용한 정보를 상시적으로 얻을 수 있는 시스템을 구축하기 위하여 데이터엔지니어와 상의한다.

- **〈필요 역량〉** 빅데이터전문가는 대량의 데이터를 다각도로 분석하기 위해 다양한 분석기법과 시각화 도구 사용법 등을 알고 있어야 하며, 이를 위해서는 데이터마이닝, 기계학습, 자연어 처리, 패턴인식 등과 관련한 지식이 있어야 한다. 빅데이터전문가에게 요구되는 구체적 능력에는 대용량 데이터셋을 코딩하기 위한 프로그래밍 기술(Python, R, Java, C++ 등), 수치 해석을 위한 수리적 지식(다변수 미적분학, 선형 행렬 대수, 확률 및 통계 등), 데이터 분석 플랫폼 및 분석 도구와 관련한 기술(엑셀, SQL, R, SPSS, SAS, MATLAB, Hadoop 등) 등이 이에 해당한다. 빅데이터 분야에 진출하여 능력을 발휘하려면 전체적인 사회적 이슈와 트렌드를 살펴볼 수 있는 능력과 데이터를 분석할 때의 끈기도 필요하다.
- **〈활동 분야〉** 빅데이터전문가는 데이터가 있는 곳에서 근무한다. 빅데이터 전문가는 스마트공장이 있는 제조업, ICT 회사(SI업체, 포털사이트, SNS 업체, 통신사 등), 의료기관, 금융기관(은행, 증권사, 보험회사), 게임 회사, 공공기관, 빅데이터전문 분석업체 등에서 활동할 수 있다.

(2) 유망직업 이유

첫째, 빅데이터가 기하급수적으로 증가하고 있고 이 데이터를 수집하고 처리하는 기술이 발전하고 있다. 우리는 데이터의 홍수 속에서 살고 있으며 인

터넷과 스마트폰의 확산으로 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있다. 모든 것이 다 연결되고 정보화 기기의 사용 빈도가 증가하면서 사람들이 도처에 남긴 발자국이 SNS, 쇼핑, 의료, 은행과 증권거래, 교육과 학습, 여가활동, 자료검색과 이메일 등의 분야에서 데이터로 저장되고 있다. 시장조사업체 IDC와 빅데이터 서비스 제공 회사 EMC의 'Digital Universe Study(2011)'에 따르면 전 세계 디지털 정보량은 2011년 1.8ZB(제타바이트⁹⁸)에서 2020년에는 이보다 50배로 증가할 것이라 한다. 데이터로부터 의미 있는 예측과 결론을 도출하여 회사를 효율적으로 운영하거나 사회 현상을 이해하는 데 도움을 주는 빅데이터 분석이 더 많이 필요할 것이다.

그러나 지금까지는 이런 일을 하는 것이 용이하지 않았다. 데이터를 한곳에 모으는 것도 어려웠지만, 데이터를 한곳에 모은다 하여도 이것을 분석하여 의미를 찾고 시각적으로 표현하는 기술이 부족하였기 때문이다. 하지만 앞으로는 이런 일을 아주 손쉽게 처리할 수 있을 것으로 전망된다. 데이터를 모으는 방법과 이를 분석하는 기술이 ICT의 발전과 함께 획기적으로 발전하고 있기 때문이다.

둘째, 데이터는 원유에 비유될 정도로 부가가치가 높다. 자료를 조합하여 종합적 판단을 하는 인공지능이 구현되기 위해서도 빅데이터 분석이 필요하다. 사물인터넷을 통해서 데이터를 수집하고 이를 클라우드에 저장한 후 저장된 빅데이터를 분석해서 의미 있는 패턴이나 규칙을 찾고, 이를 소프트웨어 프로그램으로 구현하는 것이 독립적으로 이루어지는 것이 아니라 유기적으로 연결되어 있다. 예를 들어 스마트공장의 자동화로나봇이나 모듈에 사물인터넷을 달아 특정 작업을 몇 시간 동안 얼마나 했으며 작업을 수행할 때의 전기 사용량과 고장 발생 유무, 그리고 생산한 제품의 불량 여부 등을 데이터로 축적해 놓으면 이를 분석해서 스마트공장을 운영하는 데 요긴하게 사용할 수 있다. 스마트공장의 모든 로봇이 골고루 일을 하게 하거나 고장을 예측하여 정비를 먼저 하거나 혹은 불량품이 생성되는 이유를 밝힐 수 있다.

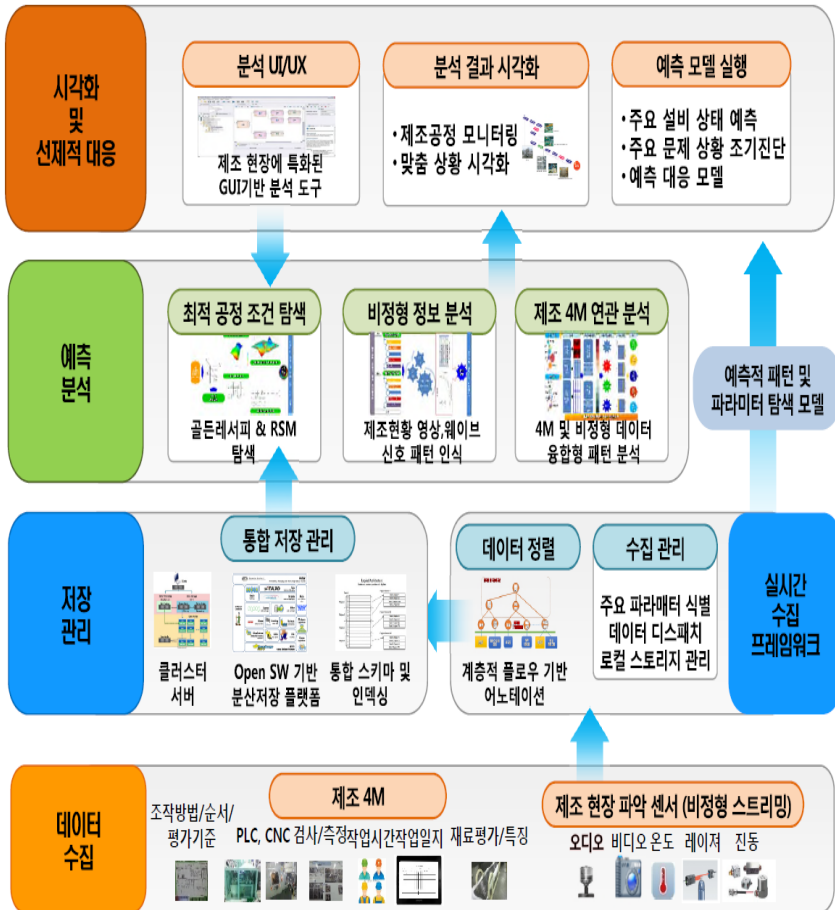
4차 산업혁명의 가장 큰 특징 중 하나는 기계학습이다. 따라서 향후 기업의 경쟁력은 기계학습을 위해 필요한 데이터를 소유했는지, 아닌지에 따라 결정될 것이다. 전기자동차를 생산하는 테슬라는 한 달에 생산하는 자동차가 2017년 기준 약 2만 5,000대이고, 미국에서 자동차를 가장 많이 생산하는 GM

은 한 달에 약 25만 대를 생산한다. GM이 테슬라보다 생산하는 자동차의 양으로 보면 약 10배나 더 많지만 기업의 가치는 테슬라와 GM이 거의 차이가 없다. 창업한 지 불과 10년도 안 된 테슬라가 100년 이상의 자동차 역사를 가진 포드나 GM의 기업 가치와 대등하거나 혹은 능가하여 시장을 선도하는 것에는 제품의 제조 방식과 판매 방식을 바꾼 이유도 있지만, 더 중요한 것은 테슬라가 운전자로부터 운행과 관련된 정보나 위치 정보를 데이터로 구축하고 이를 활용하여 판매와 AS 등에 이용하고 있기 때문이다. 세계 최대의 글로벌 기업(애플, 구글, GE, 페이스북, 아마존)의 공통점은 엄청난 양의 데이터를 가지고 있고 이를 활용하여 마케팅과 기업경영에 활용하고 있다는 것이다.

셋째, 빅데이터에 대한 수요는 향후에도 폭발적으로 증가할 것이다. 국내 빅데이터 분석가들은 대기업 또는 네이버, 다음 카카오 등 IT 업체, 전문 데이터분석업체, 금융, 의료, 공공기관 등에서 활동하고 있다. 삼성, LG 등 대기업 계열사를 비롯한 카드회사 등의 금융업체가 앞 다퉈 빅데이터 전담부서를 설치하고 있다. 기업은 생산성 향상과 매출 확대를 지향하며 정부는 공공기관 서비스 효율을 높이기 위해 빅데이터 분석을 필요로 하고 있다. 빅데이터분석가를 찾고 있지만 인력은 턱없이 부족한 상황이다.

빅데이터의 활용이 공공, 민간 구분 없이 확대되고 있지만 전문 인력은 턱없이 부족한 실정이다. 미국의 경우 오는 2018년까지 14만~19만 명의 고급 분석인력과 150만 명의 데이터 관리자가 부족할 것으로 보고 있다. 국내 역시 데이터과학자라고 불릴만한 박사급 전문 인력이 채 50명도 안 되는 것으로 알려졌다.⁹⁹⁾

시장조사 기관 IDC¹⁰⁰⁾에 따르면 전 세계의 빅데이터 및 비즈니스 분석 시장은 2016년 1,301억 달러(약 146조 원)에서 2020년에 2,030억 달러(약 227조 원) 이상으로 증가하여 연평균 성장률이 11.7%에 달할 것으로 예측되었다. 빅데이터의 중요성이 인식되면서 각국의 정부는 빅데이터 산업을 육성하기 위한 다양한 정책을 추진하고 있다. 우리나라도 빅데이터 활용을 극대화하기 위하여 범정부적 데이터의 통합연계, 정부와 민간의 데이터분석 융합 추진, 공공데이터 진단체계 마련 등을 위해 노력하고 있다.



출처: 빅데이터와 활용사례, 발표자료, 2015.5, 조완섭

[그림 7-2] 빅데이터 활용사례(제조분야)

1.2.4 가상현실전문가

(1) 수행 업무

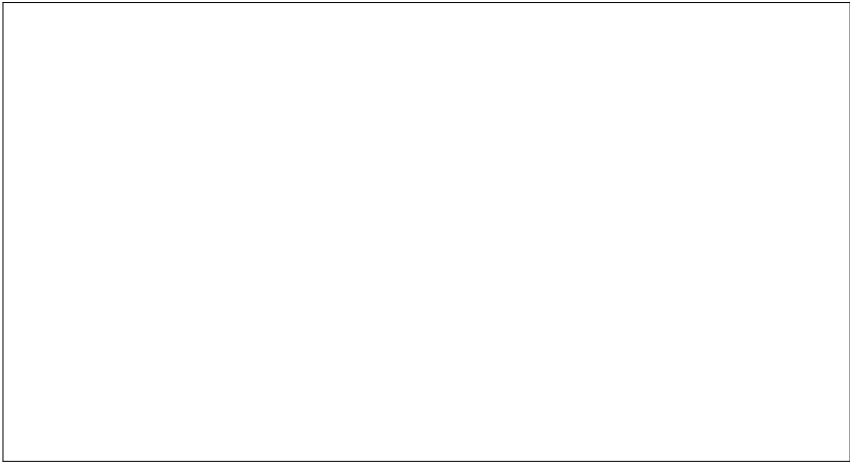
가상현실(VR: Virtual Reality)이란 컴퓨터 기술을 이용하여 인공적으로 만들어 낸 특정한 환경이나 상황을 의미한다. 가상현실 기술을 이용하면 현실세계에 존재하지 않거나 불가능한 것까지도 체험할 수 있게 된다. 책상에 앉아서도 패러글라이드를 타고 하늘을 날아다니거나 잠수함을 타고 바닷속을 구경하는 것 같은 느낌을 얻을 수 있다. 멀리 있는 물건을 마치 눈앞에 있는 것처럼 보고 만지는 것도 가능하다.

가상현실과 유사한 것으로 증강현실(AI: Augmented Reality)이 있다. 이는 가상현실의 일부분으로 실제 환경에 가상의 사물이나 정보를 합성하여 원래 존재하는 것처럼 보이게 하는 것이다. 현실세계와 가상의 세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여준다 하여 혼합현실(MR: Mixed Reality)이라고도 한다.

가상현실전문가는 게임, 비행, 관광, 훈련 및 교육 등 가상현실에 대한 사용자의 요구, 사용목적 등을 파악하고, 이에 따라 가상현실 콘텐츠와 시스템을 기획하고 개발한다.

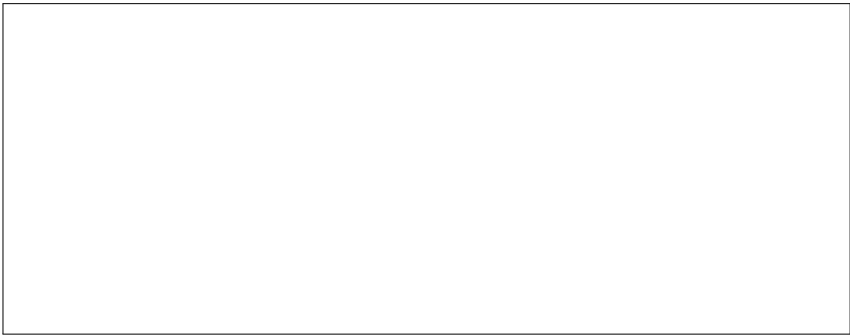
이들이 하는 일을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 가상현실에 대한 사용자의 요구, 사용목적 등을 토대로 가상현실 콘텐츠를 기획하고 가상현실이 구현해야 할 현실 모습을 구체화한다. 가상현실에 등장할 모델(사람, 동식물, 사물 등)을 정하고 이들의 외부 형상을 모델링한다. 가상현실 각 모델이 존재하는 배경 환경(숲, 바다, 하늘, 바닥 등)을 설정하고 배경 환경을 형상으로 모델링한다. 가상현실 콘텐츠 구성이 완료되면 가상현실 촬영팀과 함께 가상현실 촬영기획을 협의한다. 개발된 가상현실 콘텐츠가 가상현실 기기로 구현될 수 있도록 시스템에 적용하여 사용자가 가상현실 기기와 가상현실 시스템을 연결하여 가상현실을 체험할 수 있도록 한다. 그 밖에 가상현실이 개발된 후 사용자 체험 테스트를 통해 오류나 문제점을 발견하고 개선한다.

가상 및 증강현실 기술은 1990년대부터 방송, 운전조종, 교육, 정비 등의 분야에서 사용되기 시작했는데 이 기술의 사용 빈도와 적용 분야가 더욱 확대되어 왔다.



출처: <http://platum.kr/archives/56370>

[그림 7-3] 가상현실의 응용 사례



출처: 네이버 이미지

[그림 7-4] 증강현실 응용사례

- **〈필요 역량〉** 가상현실전문가가 되기 위해서는 컴퓨터와 소프트웨어에 대한 전문지식이 있어야 한다. 보통 업체에서 가상현실전문가를 채용하기 위해 요구하는 학력과 경력은 컴퓨터나 소프트웨어 전공의 대학 학위, 가상현실 개발 관련 실무경험, 호기심과 의사소통 및 협업 능력을 요구하고 있다. 구체적으로 요구하는 지식이나 기술은 3D 모델링·조명·질감(StudioMax 등 프로그램 사용) 활용 능력, 3D 시각화 소프트웨어

어 사용 능력, 컴퓨터 프로그래밍 언어 지식(Python 등), 360도 시야(view) 기술 및 조작 능력, 시각효과에 대한 전문지식 등이다.

- <활동 분야> 가상 및 증강현실 전문가가 필요한 곳은 ICT기업, 게임회사, 공연·여행·오락 등의 엔터테인먼트 기업, 방송 및 영상 제작 업체, 교육콘텐츠 제공 업체, 운송회사, 온라인 쇼핑업체, 마케팅 기업 등의 서비스산업 전반이다.

(2) 유망직업 이유

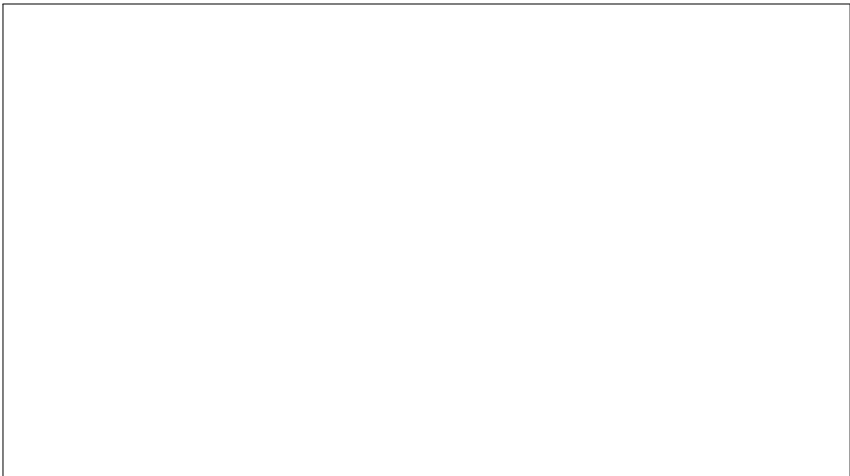
첫째, 가상(증강)현실은 우리의 생활을 더 윤택하고 편리하게 만들어 준다. 가상현실 기술을 이용한 시뮬레이터와 증강현실 기술을 이용한 게임 등은 우리 여가시간을 더욱 즐겁게 하고 있다. 가상현실과 증강현실을 이용한 교육 교재는 학습자의 몰입도를 높여 학습효과를 배가시킨다. 온라인에서는 가상의 공간을 실제로 체험해 볼 수 있어 실제 가보지 않아도 매장을 둘러보고 진열된 물건을 실감나게 탐색할 수 있다. 증강현실 기술을 이용한 개인용 지도 안내 시스템 등도 우리 생활의 편의를 증가시킨다. 앞을 거의 보지 못하는 시각장애인이 VR 기기에 스마트폰을 장착하고 앱을 작동시키면 후면 카메라가 눈앞에 펼쳐지는 장면을 시각장애인이 인식하기 쉬운 형태로 바꿔 주어 눈앞의 형체나 행동을 알아보게 할 수 있다¹⁰¹⁾. 추락, 화재, 질식 등 사고 상황이나 사람이 접근하기 힘든 공정을 가상현실로 만들어 안전 교육이나 업무의 흐름을 이해시키면 교육 효과가 배가될 수 있다.

또한 가상현실과 증강현실은 직업인들이 업무를 더 효율적으로 수행하기 위한 수단으로 활용될 수 있다. 비행기 시뮬레이터(flight simulator)를 이용하여 비행기조종사를 훈련시킬 수 있고 증강현실을 적용하여 가상의 이미지를 실제화면에 중첩하여 표시하면 항공기용 전선 조립이나 자동차 정비를 손쉽게 할 수 있다.

둘째, 가상현실이 상용화되고 저렴한 비용으로 보급될 수 있는 여건이 마련되었다. 가상현실 기술은 사실 오래전부터 있던 기술이다. 가상현실 기술은 1940년대 미국 공군이 개발한 비행기 시뮬레이터에 처음 사용되었고 1960년대에 미국 유타대학에서 HMD(Head Mounted Display)를 이용한 가상현실 시스템을 개발하였다. 1990년대 중반에 증강현실 기술을 이용한 개인용 관광안내 시

시스템, 각종 게임 등이 등장하기 시작하였으나 이때까지만 해도 장비의 가격이 비싸 보급의 한계를 노출하였다. 그러던 것이 고속 데이터 처리, 카메라, GPS 등을 갖춘 단말기 역할을 수행할 수 있는 비교적 저렴한 스마트폰이 등장하면서 가상현실이 확대될 수 있는 여건이 마련되기 시작하였다. 전문가들은 앞으로 모바일 기기의 향상과 5G(5세대 이동통신) 시대의 도래로 VR시장이 폭발적으로 성장할 것으로 보고 있다. VR 콘텐츠를 주고받기 위해선 빠른 통신망을 갖추는 것이 필수이기 때문이다.

향후에도 가상(증강)현실의 응용 범위는 계속 확대될 것이며, 이에 따라 관련 시장 규모도 커질 것으로 전망된다. 한국 VR산업협회(2015) 내부 자료에 따르면 국내의 가상현실 시장 규모가 2020년에 약 5,700억 원에 이를 것이라고 한다. 국내의 통신사(KT, SKT, U+)도 VR 기반의 기술 개발에 힘을 쏟고 있다. 삼성전자, LG전자가 HMD 디바이스와 360도 카메라 등을 출시하면서 모바일 중심의 하드웨어 시장이 급성장할 것으로 예상된다. 반면 현재 가상현실 관련 국내 소프트웨어와 콘텐츠 시장은 매우 부족한 상황이다. 가상현실 디바이스가 대중화되면서 관련 콘텐츠 시장도 점차 확대될 것으로 예상된다.



출처: 엡손의 스마트글라스

[그림 7-5] 증강현실을 이용하여 일하고 있는 작업자

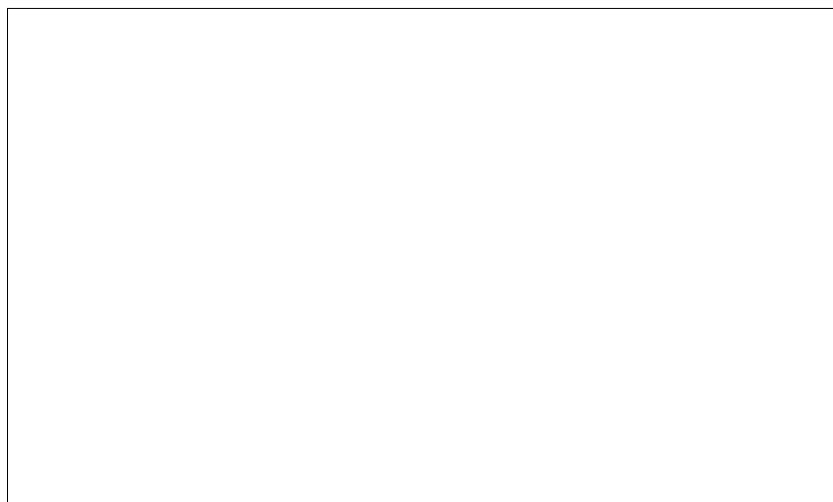
1.2.5. 3D프린팅전문가

(1) 수행 업무

3D프린터는 잉크젯 프린터가 물감을 종이에 쏘아 인쇄를 하는 것처럼 소재를 여러 겹으로 쌓아 입체적인 물체를 만드는 것이다. 종전처럼 물체를 깎아 입체적인 물체를 만드는 것이 아니라 소재를 적층해 물체를 만드는 것이 3D프린터의 특징이다.

3D프린팅 산업이 부상하면서 이 분야에서 다양한 업무가 등장할 것으로 전망된다. 3D프린터에 사용되는 3D디자인을 설계하고 모델링하는 일을 하는 3D프린팅모델러를 비롯하여 설치하고 정비하는 설치 및 정비원, 운영 및 관리하는 조작원, 그리고 기업 또는 개인을 대상으로 3D프린터 활용법, 장비 사용법, 관리법 등을 교육하는 강사 등의 일자리가 발생할 것으로 전망된다.

3D프린팅전문가의 업무를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 3D프린터에 사용하는 3D디자인을 설계하고 모델링하는 업무를 수행한다. 기업 및 개인 사용자를 위해 3D프린터를 설치하고 정비하며 운영 및 관리를 담당한다. 기업 또는 개인을 대상으로 3D프린터 활용법, 장비 사용법, 관리법 등을 교육한다.¹⁰²⁾



출처: 네이버 이미지

[그림 7-6] 3D 프린팅 전문가의 작업 장면

3D프린팅 기술은 2015년 Gartner가 미래를 이끌 유망기술로 선정한 바 있으며, 최근 더욱 주목을 받고 있다.

- **〈필요 역량〉** 3D프린팅전문가에게 요구하는 가장 핵심적인 역량은 모델링 능력이다. 3D프린터를 통해서 자신이 구상하고 있는 시제품을 쉽게 만들기 위해서는 3D프린팅의 기본 설계가 중요하며 밑그림에 해당하는 모델링을 할 수 있어야 한다. 기업에서는 기계공학 및 관련 분야에서의 학위, 3D모델링 및 CAD 개발 분야에서의 전문적인 경력, 3D메시(mesh) 조작, 3D소프트웨어 조작, 3D프린팅 방식에 대한 지식과 경험, 고급 시각화 기술, 기술 및 업계 동향에 대한 최신 지식 등을 요구한다.
- **〈활동 분야〉** 3D프린팅전문가가 진출할 수 있는 곳은 로봇, 자동차, 항공·우주, 방위산업, 가전제품, 의료 및 의료장비, 의학, 건축, 교육, 영화 및 방송사, 애니메이션 및 엔터테인먼트, 완구, 패션(신발, 의류, 액세서리 등) 등의 제품과 서비스를 제공하는 기업이다. 특히 제조업과 대학(전문학교 포함)에서 3D프린팅전문가를 많이 요구하고 있으며 헬스케어, 자동차, 교통, 엔터테인먼트, 건설업, 항공·우주 산업 등에서 이들 전문가를 많이 채용할 것으로 기대된다.

(2) 유망직업 이유

첫째, 3D프린팅을 통해서 수요자의 다양한 욕구를 맞춤형으로 충족할 수 있다. 3D프린팅을 통해서 우리가 상상하는 제품의 디자인을 직접 제작할 수 있게 되면 세상에 단 하나밖에 없는 제품을 만들어 낼 수 있고 단종되거나 조달하기 어려운 부품을 3D프린터를 이용하여 만들 수 있다. 출시된 지 오래된 자동차나 전자제품 등은 고장 발생 시 부품을 구하기가 어려워 수리 자체가 힘들 때가 있다. 이러한 문제를 3D프린팅으로 해결 가능하다. 최근에는 3D프린터가 대중화되어 귀금속 상가가 밀집한 지역에서는 3D프린트 기계를 갖추고 있는 것을 볼 수 있다. 모델링만 해결된다면 3D프린터를 이용하는 것은 비교적 쉬운 편이고 작업 속도가 빠르기 때문에 주얼리 분야에서도 쓰임이 활발하다. 최근 심장병이 있는 아기의 심장을 3D모델링을 통해 그대로 재현하고 어느 곳에 문제가 있는지, 그 원인을 정확하게 파악해 화제를 모은 일이 있다.

한쪽 얼굴이 함몰된 환자가 3D모델링으로 복제된 얼굴을 이식하여 새 삶을 살게 되었다는 뉴스도 전해졌다. 암 덩어리와 그것이 기생하는 환자의 신체 부위를 3D모델링으로 구현해 암 덩어리를 출력해서 가상수술을 해봄으로써 수술 성공률을 높일 수 있다. 이외에도 3D모델링을 활용하여 인공치아나 인공 뼈, 인공관절과 같은 보형물을 만드는 등 의학 분야에서도 쓰임이 활발하다. 개발 기간과 비용을 절감할 수 있기에 선박이나 항공기 등 제조업에서도 3D로 출력한 제품이 적용되고 있으며, 비제조업 분야인 게임 분야에서도 캐릭터를 디자인하면 3D모델링과 프린팅 작업을 통해 캐릭터를 실체화하여 완성도를 높이는가 하면 피규어 등의 상품으로 제작하고 있다. 이 밖에도 3D프린팅을 이용하여 이동식 집을 8시간 만에 제작 가능하며 인도에서는 소형 인공위성을 3D프린터로 제작하는 데 성공한 바 있는 등 3D프린팅의 활용 영역이 무궁무진하고 다양한 요구를 충족시킬 수 있다.

둘째, 3D프린터의 가장 큰 단점인 속도와 재료의 문제가 개선되고 있다. 3D프린터는 1988년 미국의 3D시스템스(3D Systems)라는 회사가 최초의 제품을 세상에 내놓으면서 알려지기 시작했으니 역사가 거의 30년이나 되는 제품이다. 그러나 한동안 3D프린터의 보급은 그리 활발하지 못했는데 그 이유는 3D프린터 가격이 비싸고 제품의 종류도 다양하지 못했기 때문이다. 2000년대 들어 3D프린팅 관련 기술의 특허기간이 만료되자 누구나 자유롭게 이 기술을 이용할 수 있게 되어 많은 회사가 이 분야에 뛰어들기 시작했고 시장에 나오는 제품의 종류가 다양해졌으며 가격도 낮아지기 시작했다. 그럼에도 불구하고 프린터에 쓰이는 소재가 제한적이고, 속도 또한 만족할 만한 수준이 아니라는 단점이 있었다. 그러나 컴퓨터의 처리 속도 같은 기술발전을 감안하면 곧 이러한 문제는 해결될 것으로 예상할 수 있다. 이렇게 되면 무엇이든 원하는 것을 만들어 낼 수 있게 될 것이다.

셋째, 제조업의 혁신을 이끌 핵심 기술이다. 3D프린터는 제조업 혁신을 이끌 핵심 기술로 제조업 부활을 위해 3D프린터를 중요 아이템으로 꼽고 각국에서는 기술개발 프로그램을 가동시키고 관련 산업을 육성하기 위해 노력하고 있다. 3D프린팅 시장은 미국과 유럽 등 소수의 글로벌 기업이 세계시장을 주도하고 있는데 전반적으로 3D프린팅 시장의 규모가 커지고 있다. Markets and Markets의 2016년도 보고서에 따르면 3D프린팅 시장은 2017년에서 2023년 사

이에 연평균 25.8% 성장하여 2023년에 327억 8,000만 달러(약 37조 원)의 가치가 있을 것으로 전망되었다.¹⁰³⁾

국내에도 3D프린팅 관련 협회(3D프린팅산업협회)와 관련 민간자격(3D프린팅마스터, 3D프린터조립전문가, 3D프린팅전문교사)이 존재하나 3D프린팅 업체는 미국이나 유럽에 비하여 규모가 작은 편이다. 그러나 3D프린팅은 신산업혁명을 주도할 주역으로 꼽히고 있으며 상대적으로 선진국에 비하여 열악한 제조업에 생기를 불어올 기술이므로 국가에서도 지원을 시작하였다. 산업통상자원부는 3D프린팅 기술체험과 교육을 통해 3D프린팅 교육을 실시하겠다고 발표하였으며(2013년) 고용노동부는 3D프린팅 전문 국가자격증(‘3D 프린터 개발 산업기사’, ‘3D 프린팅 전문운용사’)을 2016년 신설하였다. 전술한 바와 같이 최근 들어 컴퓨터의 처리 속도 속도 발전 등으로 3D프린팅의 활용도가 급증하고 있어 관련 시장의 성장이 예상된다. 이 분야에 지금보다 더 많은 사람이 필요할 것이다.

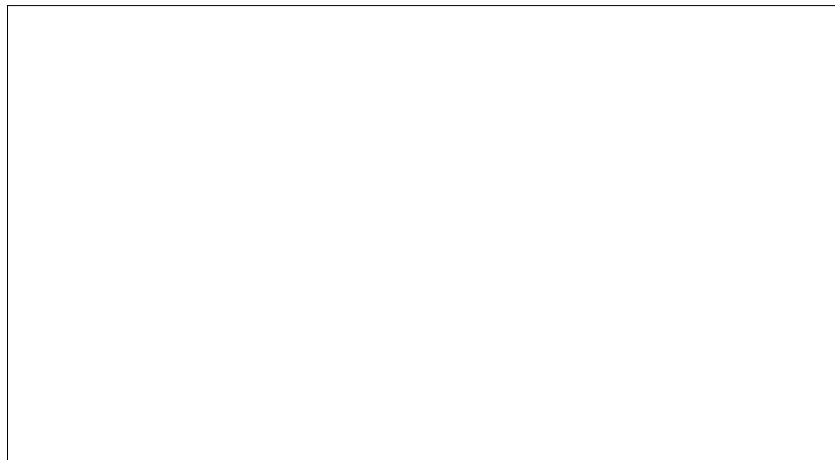
1.2.6. 드론전문가

(1) 수행 업무

드론(Drone)은 무선전파로 조종할 수 있는 무인항공기다. 카메라, 센서, 통신시스템 등이 적용돼 있으며 25g부터 1,200kg까지 무게와 크기도 다양하다. 드론은 군사용으로 처음 생겨났지만 최근엔 고공 촬영과 배달 등으로 확대되고 있다. 값싼 레저용 제품으로 재탄생돼 개인도 부담 없이 드론을 구매하는 시대를 맞이했다. 농약을 살포하거나 공기 질을 측정하는 등 다방면에 활용되고 있다¹⁰⁴⁾.

드론전문가는 다양한 형태의 드론에 대한 지식과 조종기술을 갖추고 있어야 하며 관련 법안 등을 준수하면서 정보를 수집하거나 무언가를 배달하는 서비스를 제공한다. 드론전문가가 수행하는 일을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 비행 전에 드론의 상태를 확인하고 배터리, 조종면의 작동 여부, 주파수, GPS 수신, 촬영 장비의 부착 상태 등을 점검한다. 시계비행(조종사가 드론의 움직임을 눈으로 직접 보면서 조종)의 경우 리모컨으로 드론을 조종한다. 계기비행(미리 정해진 입력 값에 따라 드론이 비행)의 경우 드론의 비행경로 등을

지정하고 확인한다. 목적에 따라 드론에 부착된 촬영장비를 조작하여 영상정보를 수집하거나 농약살포 등의 업무를 수행한다. 비행 중 필요한 경우에 배터리를 교체하거나 드론을 정비한다. 촬영 외에 학생 및 일반인을 대상으로 하는 드론체험교실, 드론과학교실 등 드론 조종 관련 수업을 진행하기도 한다.



출처: 네이버 이미지

[그림 7-7] 양치기 드론으로 촬영한 사진

- **〈필요 역량〉** 드론은 우리의 생활을 편리하게 할 수도 있지만 사생활 침해의 위험이 있고 남북이 분단된 상황에서 안보 문제와도 관련 있어 규제가 존재한다. 특정 지역이나 어느 정도 중량 이상의 드론을 비행시키기 위해서는 반드시 사전에 정부에 신고를 해야 한다. 아직 우리나라는 드론 비행 관련 면허제도가 정립되지 않았다. 미국의 경우를 살펴보면 미국 연방항공국(FAA: Federal Aviation Administration)에서 소형 무인기 ‘드론’의 조종비행 고도를 약 120m로 제한하고 조종사가 눈으로 볼 수 있는 범위에서 비행하는 것으로 한정하고 있다. 미국의 경우 드론전문가에게 많이 요구하는 사항은 FAA로부터 부여받은 소형 무인항공기 조종자격(small UAS pilots license) 소지, FAA 영공 규정에 대한 지식, 상업용 드론(commercial drone) 소유·작동 경험, 드론 비행 기법에 대한 실무적 지식, 드론 촬영 사진의 이미지 처리·편집 경험 등이다.

- **〈활동 분야〉** 드론전문가가 활동할 수 있는 곳은 실로 다양하다. 드론 제작 및 교육 업체, 드론 촬영이 필요한 방송국, 영화사, 영상제작 전문업체 등에서 드론전문가를 많이 요구하고 있다. 그 밖에도 농업, 건설과 토목업, 공공안전분야, 물류업, 통신업 등에서도 수요가 있다. 2017년 6월 발표한 국토교통부의 ‘국내 드론 활용 사업체 현황’을 살펴보면 농업, 콘텐츠 제작, 측량·탐사, 건축·토목 등의 분야에서 다수의 드론 사업체가 활동 중이다.

(2) 유망직업 이유

첫째, 드론의 쓰임이 다양해지고 있다. 촬영용, 레저용, 군사용, 산업용, 학술용 등에서 감시용, 연구개발용, 범죄수사용, 물류용, 통신용 등으로 드론의 쓰임이 점차 확대되고 있다. 드론 이용이 활발해지는 이유는 가격이 저렴해지고 조종하기 용이하여 일반인의 접근이 쉬워지고 있고 비행시간의 증가와 촬영의 정밀도 증가 같은 기술적 진전 때문이다.

드론의 등장으로 이벤트 및 공연계에 새 장이 열리고 있다. 2017년 미국의 인기 스포츠인 미식축구 경기의 하프타임에 300여 대의 드론이 등장하여 찬란한 조명쇼를 펼친 바 있다. 디즈니랜드는 미국의 연방항공국(FAA)에 드론을 이용한 불꽃놀이를 승인받아 화제가 되기도 했다. 최근에는 드론에 의류 등의 신상품을 달아 하늘에 날려 일종의 쇼를 보여주고 전시하는 방법으로 사람들의 이목을 끌면서 해당 상품을 효과적으로 광고하기도 한다.

학술용으로 쓰이는 드론은 어둠에 강하거나 특정한 빛을 감지하는 카메라 등을 달고 움직인다. 밀림이나 오지의 생태계를 관찰하고, 환경오염 정도를 분석하며, 밀림에서 야생동물의 생활을 기록한다. 사람이 접근할 경우 유적의 훼손 위험이 있거나 안전에 우려가 있는 지역도 드론으로 관찰해 새로운 것을 발견하고 정보를 얻을 수 있다.

군사용으로도 활약을 펼치는 정찰드론, 우범 지역의 순찰과 감시에 이용하는 드론의 쓰임도 활발해지고 있고, 재해 현장에서 피해상황 파악과 길 안내, 복잡한 건물에서의 주차 안내 등의 용도로도 쓰인다. 최근 구제역이 발생한 지역에 방역작업을 한 것도 드론이었다. 드론은 농약을 탑재하고 정해진 구역의 농지에 살포하거나 곤충 피해가 있는 지역의 방충작업을 수행하기도 하며

높은 산의 방목 장소에서 양을 몰기도 한다. 또한 위험이 도사리는 화재 현장에서 소방관을 대신하여 소화액을 뿌리는 등의 역할이 기대되며 해수욕장에서 피서객의 안전관리 업무를 수행하기도 한다.

드론의 시스템이 더 발전하면 배터리 성능이 향상되어 더 오랜 시간 비행할 수 있고 더 무거운 물체를 탑재할 수 있게 될 것이다. 향후에는 드론이 사람을 실어 나르는 교통수단으로 발전할 날도 올 수 있다. 그러나 현재까지 가장 쉽게 접할 수 있는 상업용 드론은 촬영용이다. 과거에는 헬기 등을 동원하여 항공촬영을 하였으나 최근에는 드론에 카메라를 장착하여 헬리캠, 즉 촬영용 드론으로 제작해 쓴다. 사람의 접근이 어려운 곳, 쉽게 이동할 수 없는 곳으로 이동하여 다양한 각도와 위치에서 촬영할 수 있어 재해 현장, 스포츠 생중계, 탐사보도 등에 다양하게 활용된다. 우리나라에서도 방송사, 신문사 등이 축구 등 중요한 국제경기나 이벤트에 드론을 띄워 더욱 생생하고 멋진 장면을 놓치지 않고 담아 내는 등 혁신적인 변화를 가져오고 있다.

둘째, 드론 시장의 확대가 예상된다. 미국 IT 분야 리서치 기업인 Gartner의 2016년도 보고서¹⁰⁵⁾에 따르면 개인 및 상업용 드론 시장은 2017년 60억 5,000만 달러(약 6조7,000억 원)에서 2020년에 112억 달러(약 12조5억 원) 규모로 가파른 증가세를 보일 것으로 예측되었다. 또한 Allied Market Research의 2017년도 보고서¹⁰⁶⁾에 따르면 드론 기술이 항공사진(촬영) 시장을 촉진시켜 2016년 이후로 연평균 12.9% 성장하여 2022년까지 28억 달러(약 3조 원) 규모로 성장할 것으로 전망하였다.

국토교통부의 자료¹⁰⁷⁾에 따르면 현재 우리나라 드론 시장이 빠르게 성장하는 추세이다. 2017년 상반기를 기준으로 드론 관련 장치 신고와 사용사업업체 그리고 조종 자격증 취득자가 모두 증가하였다.

기업 역시 드론 산업에 적극 나서고 있다. 택배 관련 기업이 드론 도입에 적극적인 것이 눈에 띈다. CJ 대한통운은 카메라를 장착한 드론으로 하역금 각종 화물 정보를 수집할 수 있게 하고 직접 배송도 할 수 있는 시스템 구축에 노력하고 있다. 미국의 전자상거래 기업인 아마존은 2013년에 배송 시스템에 드론을 도입하여 무인택배 서비스를 선보인 바 있다. 아직 국내에는 안전과 규제 등 여러 문제가 산재하여 드론 배송 시스템이 도입되고 상용화되는 데 시일이 걸릴 것으로 보이지만, 교통수단의 접근이 어려운 장소나 오지 등

으로 물류를 이동하거나 운반하는 데는 드론이 해결사 역할을 하리라 기대되는 등 드론의 활용이 무궁무진하다는 점에서 의미가 있다.

1.2.7. 생명과학연구원

(1) 수행 업무

생명과학이란 생명에 관계되는 현상이나 생물의 여러 가지 기능을 연구해서 의료나 환경 보존 등 인류복지에 사용하는 종합과학이다.¹⁰⁸⁾ 생명과학(생명공학)연구원은 생물학, 의학, 식품, 농업 등 생명과학 분야의 이론과 응용에 관한 연구를 통해 다양하며 복잡한 생명 현상을 탐구하고 이와 관련된 기술을 적용한다.

생명과학은 연구의 대상에 따라 크게 인체, 동물, 미생물, 식물 분야로 구분할 수 있다. 영역에 따라 하는 일에 차이가 있지만 생명과학연구원이 하는 일은 생명체의 기원, 발달, 해부, 기능 관계 등에 관한 기초 원리 및 응용을 연구하기 위한 실험, 분석, 보고서 작성 등의 업무이다.

인체 분야를 연구하는 생명과학연구원은 주로 인간유전체 해석 및 기능 연구, 암 등 난치병 예방 및 치료기술 개발, 의료기기 및 의료용 생체재료기술 등을 연구한다. 동물 분야를 연구하는 생명과학연구원은 동물 복제기술, 동물 형질전환기술, 실험동물 생산 및 이용기술 등을 연구한다. 미생물 분야를 연구하는 생명과학연구원은 미생물 유전체 해석 및 기능 연구, 미생물 대사산물 이용기술, 미생물의 농업, 환경, 식품 이용기술 등을 연구한다. 식물 분야를 연구하는 생명과학연구원은 식물 유전체 해석 및 기능연구, 식물 조직배양기술, 식물 형질전환기술 등을 연구한다. 최근 들어 생명과학연구원은 생명 현상에 대한 기초 연구보다는 유전자조작이나 세포조작기술 같은 응용 연구를 주로 진행하고 있다. 바이오칩, 나노칩, DNA 해석 소프트웨어 등 생명과학 분야와 IT, 화학, 기계, 전자 등 타 과학기술과의 융합을 통한 이론 및 적용 분야를 연구한다.

- <필요 역량> 생명과학연구원으로 근무하려면 일반적으로 석사 이상의 학력을 요구한다. 관련 전공은 생물학과, 생물공학과, 미생물학과, 생명

과학과, 생명공학과, 유전공학과, 바이오생명과, 농업생명과학과, 의학과, 약학과 등이다. 자연과학과 관련한 전반적인 기초지식이 필요하며 자신이 관심 있는 세부 전공을 집중적으로 공부하여야 한다. 대학이나 대학원에서 다양한 연구에 참여하고 관련 논문을 저널에 제출하는 등 연구 경력을 쌓는 것이 필요하며, 연구보조원으로 일해 보거나 정부출연연구소의 인턴 경험이 입직 시에 유리할 수 있다.

- **〈활동 분야〉** 2015년 통계청의 지역별 고용조사에 따르면 생명과학연구원은 주로 ‘전문, 과학 및 기술서비스업’(51.6%), ‘제조업’(20.3%) 그리고 ‘보건업 및 사회복지 서비스업’(8.9%) 등에 종사하는 것으로 확인된다. 좀더 구체적으로 생명과학연구원이 진출할 수 있는 곳을 살펴보면 정부기관, 정부출연연구소, 기업부설연구소 그리고 의약품 제조업체, 식품제조업체, 화학제품제조업체, 생명기술회사 등이다.

(2) 유망직업 이유

클라우드 슈باط은 물리학기술, 디지털기술, 생물학기술이 4차 산업혁명을 이끌 것이라고 주장하였는데 생물학과 관련해서는 유전학, 합성생물학, 유전자 편집 기술을 핵심 기술로 꼽았다.

첫째, IT, NT 등과 융합하여 인체의 신비를 밝히고 건강을 증진시키는 생명과학의 기술이 발전하고 있다. 과학기술의 발달로 유전학¹⁰⁹⁾이 발달하고 있다. 유전자염기서열분석¹¹⁰⁾ 비용은 줄고 절차는 간단해졌으며 유전자 활성화¹¹¹⁾ 및 유전자편집¹¹²⁾도 가능하다. 유전자-인간 게놈프로젝트¹¹³⁾ 완성에 과거에는 10년이 넘는 시간과 27억 달러가 소요되었으나 현재는 불과 몇 시간, 1,000달러가량의 비용만 소요될 정도로 유전학 기술에 발전이 있었다. 또한 DNA의 데이터를 기록하여 유기체를 제작할 수 있는 합성생물학¹¹⁴⁾ 기술이 개발되면서 심장병, 암 등 난치병 치료를 위한 의학 분야에 직접적인 영향을 줄 수 있을 것으로 기대되고 있다. 또한 개인의 바이오 데이터가 축적되어 개인별 맞춤의료 서비스와 표적치료법도 가능하게 되었다. 농업과 바이오 연료 생산과 관련해서도 대안을 제시할 수 있는 것이 합성생물학이다. 유전자 편집 기술을 통해 인간의 생체세포를 변형할 수 있고 유전자변형 동식물도 만들어 낼 수 있게 되었다.

둘째, 정부에서도 신산업으로 바이오헬스를 지정하여 생명과학의 육성에 힘을 쏟고 있다. 우리나라도 미래 국가경쟁력을 높이고 발전의 중심이 될 바이오 제약, 바이오 에너지, 뇌 과학 등 첨단 생명공학기술 개발과 바이오산업 육성에 국가적 차원의 노력을 기울이고 있다. 정부는 생명공학 육성 기본계획을 수립하여 실행해 왔다. 생명공학산업의 기반이 되는 각종 기초연구와 응용연구를 수행하는 생명과학연구원의 일자리도 향후 생명공학산업의 성장과 함께 증가할 것으로 예상된다. 특히 줄기세포 연구, 뇌 연구 및 신약개발과 관련한 인력이 집중적으로 많이 필요할 것으로 예측되고 있다.

「중장기 인력수급 수정전망 2015-2025」(한국고용정보원, 2016)에 따르면 생명과학연구원은 2015년 약 3만 7,300명에서 2025년 약 4만 2,300명으로 향후 10년간 약 5,000명(연평균 1.3%) 증가할 것으로 전망된다. OECD 발표 보고서에 따르면¹¹⁵⁾ 기후변화 및 고령화 등 인류난제를 극복하기 위한 핵심 기술이 생명공학이다.

1.2.8. 정보보안전문가

(1) 수행 업무

정보보안이란 컴퓨터상에서 정보의 수집, 가공, 저장, 검색, 송신, 수신 도중에 정보의 훼손, 변조, 유출 등을 방지하기 위한 관리적, 기술적 방법을 의미한다. 정보보안전문가는 이러한 내·외부의 위협으로부터 정보를 보호하는 일을 한다. 하는 일을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 컴퓨터상에 있는 정보를 함부로 열람할 수 없도록 인증시스템을 만들어 접근을 제한한다. 정보를 해킹하려는 이들을 차단하기 위해 각종 방지책을 만들기도 한다. 컴퓨터가 작동되지 않거나 오작동할 수 있는 바이러스 프로그램을 차단하는 백신프로그램을 만든다. 정보보안에 문외한인 사람에게 어떻게 하면 정보자산을 효율적으로 보호할 수 있는지를 컨설팅한다. 조직의 정보시스템이나 네트워크를 보호하기 위한 보안 조치를 계획, 실행하여 내·외부의 위협으로부터 정보자산을 보호하기 위하여 정책 수립부터 네트워크, 데이터베이스, 애플리케이션 등 관련 시스템을 점검하고 다각적인 해결책을 제시한다.

- **〈필요 역량〉** 정보보안전문가로 일하기 위해서는 소프트웨어, 하드웨어, 네트워크 등 컴퓨터 전반에 해박한 지식이 있어야 하고, 다양한 장비와 소프트웨어를 이용하여 보안업무를 해 본 경험이 있는 자가 유리하다. 정보보안 분야의 국내 자격으로는 국가기술자격증인 ‘정보보안기사’와 ‘정보보안산업기사’가 있으며 국제적으로 공인되는 정보보호에 관한 자격증으로는 CISA(Certified Information Systems Auditor)와 CISSP(Certified Information Systems Security Professional)가 있다. 정보보안전문가는 문제점을 찾아서 해결하기 위한 분석력이 있어야 하며 해킹으로 발생한 문제점을 해결하기 위한 끈기도 필요하다. 또한 정보보호에 대한 윤리의식이나 성실성도 중요하다. 해커와 정보보안전문가는 정보보호와 관련된 지식과 능력은 비슷하지만 이를 어떠한 목적으로 사용하는가에 따라 구분되는 것이기 때문이다
- **〈활동 분야〉** 2015년 통계청의 지역별 고용조사에 따르면 이들은 주로 ‘출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업’(61.7%), ‘사업시설관리 및 사업지원 서비스업’(15.0%) 그리고 ‘금융 및 보험업’(10.0%) 등에 종사하는 것으로 확인된다. 구체적으로 정보보안전문가가 많이 필요한 곳은 IT 관련 기업이다. 정보보호컨설팅 전문업체, 포털 및 SNS업체, 바이러스백신 개발업체, 인터넷서비스제공업체(ISP), 보안시스템개발업체, 기업체의 정보보호 부서, 데이터가 많은 국가 및 공기관, 그리고 데이터베이스의 유출을 방지해야 하는 기업(카드, 은행, 보험, 의료, 운송 등)에서 정보보안전문가의 수요가 높다.

(2) 유망직업 이유

컴퓨터에 저장된 기업의 기밀문서가 해커에 의해 외국 경쟁사의 기업으로 빠져나가거나 은행 이용객의 통장 잔액이 해커에 의해 뒤바뀐다면? 이후의 상황은 상상조차 하기 싫을 정도로 심각한 결과를 초래할 것이다. 수많은 컴퓨터를 원격 조종하여 특정 웹사이트에 동시 접속시켜 사이트의 서버를 마비시키는 디도스(DDoS: Distribute Denial of Service) 공격, GPS 전파 교란 및 통신망 안전 위협 그리고 특정 사이트 해킹 등이 발생해도 그 피해는 심각하다. 개인정보의 유출을 도모하는 해킹과 사이버 테러로부터 컴퓨터와 네트워크 그리고 정보를 안전하게 지키는 전문가가 유망한 이유는 다음과 같다.

첫째, 기업이 개인정보의 침해를 막기 위한 정보보안에 총력을 기울이고 있다. 한국인터넷진흥원에 따르면 우리나라의 개인정보 유출 사고는 2016년 40건에 육박했다. 인터넷 쇼핑몰이나 카드사 혹은 은행에서 고객 정보가 집단으로 유출되면 그 회사는 소비자에게 비난을 받는 것은 물론이고 막대한 비용을 물어주어야 하는 소송에 휘말릴 수 있다. 개인정보 유출은 회사에 금전적 손실만 끼치는 것이 아니라 기업 이미지에도 치명적 손상을 입힌다. 기업에서는 이제 단순한 정보보호의 차원이 아닌 총체적 위험관리를 위해 정보보안전문가를 확보하고자 노력하고 있다.

둘째, 4차 산업혁명시대에는 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일 등의 기반 기술의 확산에 따라 정보보안의 중요성이 더욱 높아질 것이다. 본격적인 사물인터넷 시대가 오면 TV, 세탁기 등 가전제품은 물론이고 자동차, 열차, 항공기까지 네트워크로 연결되는 생활환경이 마련될 것이다. 이렇게 되면 사물 간 보안 문제가 더욱 중요해진다. 일상을 지배하는 거의 모든 기기가 인터넷으로 연결된 상황에서 해킹 등의 위험이 증가하고, 하나가 뚫리면 도미노처럼 피해를 보게 돼 기존의 PC나 스마트폰만 활용할 때보다 더욱 심각한 상황에 이를 수 있다. 취약한 보안에서 비롯된 보이스피싱, 스팸메일을 통한 바이러스 유포 등이 최근 사회 문제로 꼽히는 점을 고려할 때, 사물인터넷 분야에서 보안을 담당하는 전문가의 역할이 더욱 중요해질 것이다. 앞으로 소비자가 사물인터넷 기기를 선택할 때 보안을 우선적으로 고려할 것이기에 사물인터넷 보안 전문가가 각광받을 것이다.

최근에는 클라우드 서비스를 제공하는 업체가 증가하고 있다. 사용자가 직접 IT 자원을 소유하지 않고 접속 단말기를 통해 언제 어디서나 접속하여 IT 자원을 사용할 수 있는 장점을 가지고 있으며 IT 비용의 절감 효과도 얻을 수 있으나 보안이 이슈가 된다. 클라우드를 이용하는 개인 이용자는 개인에 대한 감시, 개인 데이터 갈취 등의 문제가 발생할 수 있으며 기업 사용자는 서비스 중단에 따른 손실, 기업정보 유출과 같은 보안문제 발생을 고민하고 있다. 그러므로 클라우드 환경에서 플랫폼, 저장 그리고 네트워크에 따라 사용자의 안정적인 서비스 이용을 위한 보안전문가가 필요하다.

스마트폰과 같은 모바일 대중화로 언제 어디서나 컴퓨팅을 구현할 수 있는 유비쿼터스 환경이 확대되면서 일상에서 더욱 편리한 서비스를 제공받고

있다. 그러나 이것을 역으로 생각해 보면 ‘누구든지, 언제, 어디서나 개인 정보가 침해되고 불법으로 유출, 유포될 수도 있는 위험에 노출되어 있다’는 것을 의미하기도 한다.

한국고용정보원의 『중장기 인력수급 수정전망 2015-2025』에 따르면 컴퓨터보안전문가는 2015년 1만 4,000명에서 2025년 1만 9,000명으로 향후 10년간 약 5,000명으로 증가할 것이고, 연평균 3.0%의 증가율을 보일 것으로 예측되었다. 같은 기간에 모든 직업의 연평균 취업자 증가율이 0.8%임을 감안하면 취업자 증가 속도는 무척 빠른 편이다. ICT가 생산, 제조, 유통, 서비스 등과 융합돼 혁신적인 변화가 예상되는 4차 산업혁명의 영향이 반영된다면 인력 수요에 더 가파른 성장세가 예상된다.

1.2.9. 응용소프트웨어개발자

(1) 수행 업무

응용소프트웨어(application software)란 컴퓨터 시스템을 특정 응용 분야에 사용하기 위하여 제작된 소프트웨어를 말한다. 예를 들어 워드프로세서, 스프레드시트, 웹브라우저, 회계관리프로그램, 통계처리프로그램, 이미지 편집용 툴, 전자결재시스템, 발권시스템 등 컴퓨터에서 특정 목적을 위하여 사용하는 거의 모든 프로그램이 응용소프트웨어에 해당한다. 특히 제조, 유통, 인사, 영업 등 기업용 응용소프트웨어 분야가 널리 사용되고 있다. 컴퓨터가 아닌 스마트폰, 태블릿PC 등 모바일 장치에서 실행되는 응용소프트웨어를 모바일 응용 소프트웨어(mobile app)라고 한다.

응용소프트웨어개발자는 개인이나 기업체에서 필요로 하는 응용소프트웨어를 개발하기 위해 기존에 출시된 응용소프트웨어에 대한 시장조사, 소프트웨어의 용도 파악, 고객의 요구 수렴 등을 거쳐 전체적인 개발계획을 세운다. 이후 응용소프트웨어 개발을 위한 설계 작업을 수행한다. 이를 토대로 개발언어(C, JAVA 외) 등을 사용하여 코딩작업을 거쳐 베타버전을 만든다. 소프트웨어가 정상적인 기능을 하는지 테스트를 한다. 테스트 과정 중에 오류가 발견되면 수정, 보완 작업을 거쳐 완제품을 출시한다. 이용자의 의견을 수집하여 다음 버전의 소프트웨어 개발에 반영한다.

- **〈필요 역량〉** 응용소프트웨어개발자가 되기 위해서는 C, C++, 자바, 비주얼 스튜디오, 델파이, 파워빌더 등의 프로그래밍 언어와 소프트웨어공학·운영체제·데이터베이스의 자료 구조 이론을 비롯한 실제 응용소프트웨어를 개발할 수 있는 역량을 갖추어야 한다. 응용소프트웨어개발자를 원하는 기업에서는 변화하는 신기술을 습득하기 위해 자기계발과 적극적 자세를 갖춘 사람, 소프트웨어를 개발하기 위한 창의력, 개발 과정에서 발생하는 문제점을 점검하고 해결하는 꼼꼼함, 여러 사람과 원활하게 의사소통할 수 있는 능력과 책임감을 갖춘 사람을 선호한다.
- **〈활동 분야〉** 응용소프트웨어개발자는 컴퓨터 프로그램을 개발해야 할 필요성이 많은 기업에서 근무한다. 주로 시스템통합(SI)업체, 소프트웨어 개발업체, 금융권 등 기업체의 전산부서와 제조기업 등에 진출한다. 2015년 통계청의 지역별 고용조사에 따르면 이들은 주로 IT 기업이 많이 있는 ‘출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업’(84.7%)에 종사하는 것으로 확인된다.

(2) 유망직업 이유

글로벌 시장분석업체 밀워드 브라운(Millward Brown)의 세계 브랜드 가치 2015에는 세계 톱100 기업 중 약 50%가 소프트웨어 관련 기업인 것으로 나타나 있다. 또한 IT 분야의 브랜드 가치가 가장 높은 비중을 차지하고, 성장을 또한 가장 높게 나타나 있다. 이에 학자들은 소프트웨어 중심 사회가 앞으로 더욱 가속화, 심화될 것이라 보고 있다. 소프트웨어의 대부분을 차지하고 있는 응용소프트웨어개발자가 유망할 수밖에 없는 상황이다.

첫째, 4차 산업혁명 시대에 새로운 사업모델을 적용하기 위하여 응용소프트웨어개발자의 역할이 중요하다. 4차 산업혁명 시대에 새로운 사업모델을 적용하고자 할 때 응용소프트웨어 개발자가 약방의 감초 같은 역할을 한다. ICT는 건설, 교육, 도소매업, 사업서비스업, 문화예술, 공연, 방송, 농업 등의 분야에 적용되고 있으나 향후 4차 산업혁명이 확산되면 ICT가 더욱 중요해질 것이고 ICT 중에서 소프트웨어의 비중이 높으므로 이 전문가의 입지가 강화될 것이다.

핀테크는 금융과 IT가 결합된 것이다. 이제 모바일상에서 공인인증서가 없

어도 그리고 상대방의 계좌번호를 몰라도 저장된 연락처만으로 송금 서비스를 할 수 있게 되었다. 사용자가 스마트폰을 통해 간단한 본인 인증 절차를 거쳐 쉽게 로그인해서 송금할 수 있는 애플리케이션을 이용하면 가능하다. 제1금융권이나 사채업을 이용하지 않고 사람과 사람 간 대출 서비스를 제공하는 P2P 대출도 핀테크에 해당한다. 불특정 다수로부터 돈을 빌리려는 사람과 이들에게 돈을 빌려주고 수익을 원하는 사람을 연결해 주는 프로그램을 통해 P2P 대출이 가능하다. 이러한 소액 송금이나 P2P 대출 등을 가능하게 하려면 금융 관련 지식과 함께 소프트웨어 지식이 있어야 한다.

온라인과 오프라인의 장벽이 없어지고 공유경제가 더욱 확산되고 있다. 유희 공간을 숙박장소로 제공하고 싶어 하는 개인집 소유자와 값싸고 차별화된 여행을 원하는 여행객을 중개해 주는 Airbnb와 같은 서비스가 제공된다면 숙박중개를 위한 사이트가 있어야 한다. 숙박할 수 있는 장소를 둘러보고 선택한 후에 결제까지 이루어지는 사이트를 구축하려면 응용소프트웨어개발자가 필요하다. 공유하고자 하는 제품이나 서비스 그리고 고객의 특성 등을 고려하여 공유경제를 적용하려면 응용소프트웨어개발자가 필요하다. 온라인과 오프라인의 유기적인 연계가 중요해지고 있다. 많은 사람이 이용하는 카카오톡 같은 SNS를 이용하여 인근에 있는 택시를 호출하는 서비스는 택시운송이라는 오프라인 서비스와 SNS를 연계한 것이다. 다양한 음식 메뉴를 모바일의 앱에서 살펴보고 특정 음식을 선택한 후에 주문하면 배달원이 직접 집으로 배달해 준다. 스타트업이 자금을 조달하기 위해서 회사에서 만든 시제품을 온라인상에 올려두고, 이 제품에 투자를 하도록 유도할 때도 응용소프트웨어개발자가 필요하다.

또한 4차 산업혁명의 키워드는 융·복합이다. 기존의 산업에 ICT 혹은 빅데이터를 적용하면 다양한 사업 기회를 찾을 수 있다. 이때 ICT와 결합하기 위해서 필요한 것이 컴퓨터 프로그램이다. 이제는 농사를 짓거나 가축을 키울 때도 소프트웨어가 필요하다. 농작물이나 가축을 키우는 비닐하우스 혹은 사육장의 생육 상황(CO₂, 온도, 습도 등)을 스마트폰으로 모니터링하고 이를 제어하려면 사물인터넷도 필요하지만 이를 구현할 수 있는 소프트웨어가 필요하다. 또한 재배하거나 사육하는 농작물 혹은 사육하는 가축 시장의 동향을 알려주고 지금 농작물이나 가축을 판매하면 얼마나 수익을 올릴 수 있는지를 알려주어 합리적

의사결정을 할 수 있도록 해 주기 위해서도 소프트웨어가 필요하다.

둘째, 응용소프트웨어개발자의 수요가 증가하고 있다. 한국고용정보원의 「중장기 인력수급 수정전망 2015-2025」에 따르면 응용소프트웨어개발자는 2015년 약 15만 5,000명에서 2025년 약 20만 2,000명으로 향후 10년간 약 4만 7,000명(연평균 2.7%)이 증가할 것으로 전망된다. 같은 기간에 전체 직업의 평균 취업자 증가율은 0.8%로, 응용소프트웨어개발자의 취업자 증가율은 평균보다 3~4배 높은 것으로 예측되었다. 4차 산업혁명의 영향으로 한국고용정보원의 인력수요 예측보다 더 많은 취업자가 빠르게 증가할 수 있다. 4차 산업혁명 시대에 모바일 환경, 클라우드 서비스, 소셜네트워킹, 빅데이터 분석을 가능하게 하고 이에 대비하려면 응용소프트웨어의 시장이 더 확대되어야 하기 때문이다. 향후 음성인식, 문자인식, 웨어러블 인터페이스 기술, 증강현실이 결합하여 스마트폰 기반의 모바일 오피스, 콘텐츠 제공 그리고 사회적관계망 서비스 등을 위한 응용소프트웨어개발자의 고용이 증가할 것이다.

1.2.10. 로봇공학자

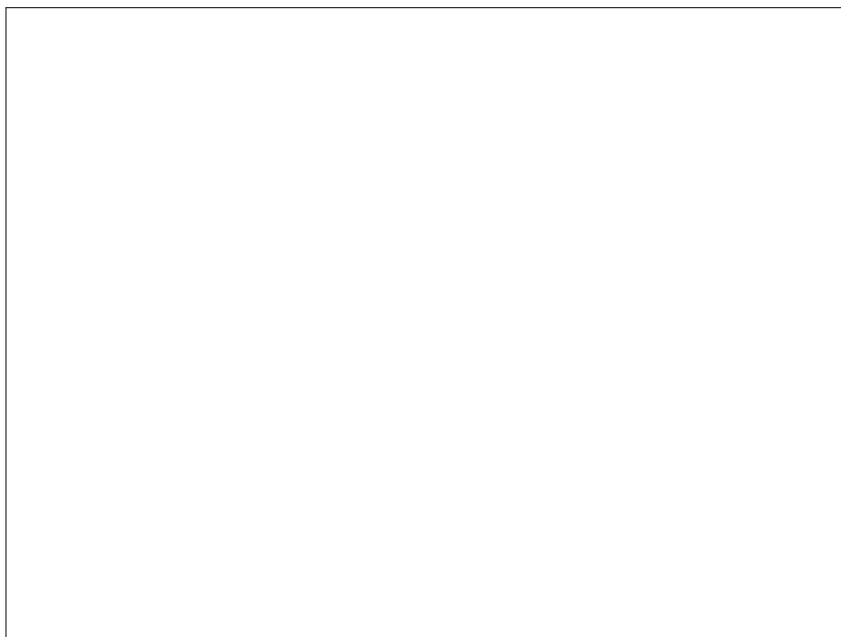
(1) 수행 업무

로봇이란 인간과 비슷한 형태를 가지고 걷기도 하고 말도 하는 기계장치 혹은 어떤 작업이나 조작을 자동적으로 하는 기계장치로 정의된다.

로봇은 산업용 로봇, 가정용 전자전기 기기(청소용 로봇), 그리고 장난감 로봇 등으로 구분되나 현재는 ICT와 콘텐츠가 결합되어 지능형 로봇으로 발전하고 있다. 지능형 로봇은 외부 환경을 스스로 탐지하고 판단해 필요한 작업을 자율적으로 실행하는 로봇이다.

로봇공학자는 로봇을 연구하고 제작하는 일을 한다. 로봇은 몸체나 외형을 구성하는 하드웨어, 이동하고 행동하기 위한 소프트웨어(인간의 뇌와 유사) 등으로 구성되어 있다. 로봇은 복합체이기 때문에 하나의 로봇을 만드는 데 다양한 학문적 지식이 필요하므로 보통 전기공학, 기계공학, 기계설계(디자인), 재료공학, 전자제어 기술과 센서 기술, 영상처리 기술, 그리고 인공지능 등의 전문가가 함께 연구하고 제작한다.

- **〈필요 역량〉** 로봇 제작 분야에서 일하기 위해서는 상상력과 이를 실현시키는 능력, 즉 무언가를 만들기 좋아하는 특성이 중요하다. 로봇 설계, 운영, 제어, 디자인 등의 지식이 필요하며 로봇을 직접 만들어 보거나 로봇경진대회 등에 참가하여 경험을 쌓는 것이 처음 로봇공학자로 일을 시작하는 데 도움이 된다. 로봇과 관련된 전공으로 로봇틱스, 기계공학, 전자공학 및 제어계측공학, 컴퓨터공학, 통신공학, 물리학 등이 해당된다. 지능형 로봇을 개발하기 위해서는 기계·전자 등 전통기술은 물론이고 신소재, 반도체, 인공지능, 센서소프트웨어 등의 첨단기술이 요구된다.
- **〈활동 분야〉** 로봇공학자는 산업용 로봇을 만드는 제조업체, 가정용 전자제품을 만드는 전자회사, 그리고 장난감 로봇을 만드는 완구업체 등에 진출할 수 있다. 향후에는 사람처럼 행동하고 사고하는 지능형 로봇의 성장이 예상되므로 이런 로봇이 필요한 의료·간병·교육·공연 등의 로봇제작 연구소나 기업에서 근무할 수 있다.



출처: 네이버 이미지

[그림 7-8] 서비스 로봇

(2) 유망직업 이유

앞으로 로봇시장이 더 크게 열릴 것은 자명하다. 로봇을 활용하는 분야가 기존의 수요처인 제조업체, 전자회사, 완구업체뿐 아니라 의료, 국방, 환경, 실버, 개인서비스, 교육, 엔터테인먼트 등으로 더욱 확대될 것이다.

첫째, 로봇은 인간이 힘들게 하는 일을 편하고 정교하게 할 수 있게 도와 준다. 이제 로봇은 우리의 일상이 되어 가고 있다. 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 로봇은 가정용 청소 로봇이다. 청소용 로봇은 주부의 가사 부담을 덜어 준다. 자동차나 가전제품의 반복적 조립업무 그리고 열악한 조건에서의 용접업무와 같은 일을 하는 산업현장 곳곳에서 로봇은 인간의 힘든 일을 대신해 주고 있다.

의료 분야에서도 로봇은 맹활약하고 있다. 최소 절개로 복잡한 수술을 원활히 수행할 수 있도록 도와주는 것이 다빈치 로봇이다. 비뇨기과, 산부인과, 외과, 심장 외과, 흉부 외과 등의 여러 수술에 이용되고 있는데, 고화질 영상으로 확대된 시야를 제공하고 의사의 손 움직임을 환자 체내의 소형 기구로 전달해 수술한다. 인공관절 삽입 시술을 할 때 정교한 뼈의 절삭을 위해 로보닥이라는 로봇이 이용되기도 한다. 의사의 수술을 돕는 로봇도 있지만 신체에 손상을 입은 환자의 재활과 기능 회복을 돕는 로봇도 있다. 교통사고로 하반신이 완전 마비되어 걷지 못하는 환자에게 착용로봇(wearable robot)을 입혀 이들의 보행을 도울 수 있다.

이러한 인간의 능력을 증강시키는 웨어러블 로봇은 군사적 목적이나 공공의 안전을 위한 용도로 활용될 수 있다. 소방관에게 장착하는 로봇을 입히면 무거운 소방도구를 쉽게 들 수 있고 군인에게 입히면 작전 능력이 더 높아진다.

둘째, 스마트공장의 확산으로 산업용 로봇의 증가가 예상된다. 스마트공장은 공장 내 설비와 기계에 센서가 설치되어 데이터가 실시간으로 수집되면 이를 분석해 목적된 바에 따라 스스로 제어되는 공장이다. 스마트공장이 실현되려면 공장의 자동화가 전제되어야 하고 이를 위해서는 산업용 로봇이 구비되어야 한다. 우리나라도 대기업 중심으로 스마트공장을 도입했거나 도입하기 위한 고민과 노력을 하고 있으며 특히 화학, 반도체, 자동차제조, 플랜트공장, 의료, 전기, 에너지산업 등에 스마트공장 적용 가능성이 높다.

스마트공장이 구현되면 기존 대비 생산량은 증가하고 에너지 사용량과 불

량률은 감소하여 특히 제조업의 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 이에 정부가 스마트공장 확산을 위한 기업 지원에 나서고 있다. 정부는 스마트공장 확산을 위해 제조혁신 재원을 조성하고 ‘민관합동 스마트공장 추진단’을 구성하여 중소·중견기업 1만 곳에 제조 현장 스마트화를 지원하고 있다. 대기업은 물론이고 중소기업에서 스마트공장을 도입하려면 자동화 공정을 도입하기 위한 모듈이나 산업용 로봇이 더 필요하다. 그러므로 4차 산업혁명 시대에는 스마트공장을 구축하기 위하여 로봇공학자의 수요가 증가할 것이다.

셋째, 지능형 로봇의 확산이 기대된다. 4차 산업혁명 시대에는 사람의 외형이나 행동을 닮은 더 똑똑해진 지능형 로봇의 확산이 기대된다. 지능형 로봇의 도입과 확산에 기여하는 기술은 컴퓨터 프로세싱 능력의 향상, 인공지능 기술 발전, 센서 및 사물인터넷 확산, 초고속 통신 보편화, 클라우드·빅데이터 보급, 오픈소스 확산 등이다.

우리나라 정부에서도 과거부터 로봇의 수준과 경쟁력을 높이기 위한 각종 계획과 지원책을 발표한 바 있었다. 지능형 로봇을 성장동력 산업으로 선정하고 지원을 하기도 했으며 지능형 로봇 개발 및 보급촉진법을 제정하며 제도적 기반을 마련하기도 하였다.

일본에서는 소프트뱅크의 페퍼가 매장이나 기관을 방문하는 고객에게 사람을 대신해 정보 제공, 길 안내, 주문 접수, 외국어 대응 등의 서비스를 제공하고 있다. 이러한 로봇을接客로봇이라고 하는데 일본에서는 임금 상승, 단순반복接客 업무의 자동화 필요성과 고객 만족도 증가 등을 위하여接客·주문접수 업무를 키오스크나 로봇으로 대체하려는 기업이 증가하고 있다고 한다. 고객 편에서는 24시간 365일 서비스를 제공받을 수 있으며 대기시간이 단축되어 만족도가 향상된다고 한다. 전 세계接客로봇 시장 규모는 2017년 14억 달러(7만 5,000대)에서 2025년 118억 달러(91만 대)로 8.4배 성장할 것으로 기대되며,接客로봇은 유통인구가 많은 쇼핑몰, 음식점, 호텔, 공항, 병원, 은행 등에서 도입이 이루어질 것으로 예상되고 있다¹¹⁶⁾. 우리나라는 아직接客로봇이 활발히 이용되고 있지 않지만 정부에서 지능형 로봇의 개발을 지원하고 있고 향후 최저 시급 증가 등으로 비용 편익이 있다고 판단되는 시점에서 확산될 가능성이 높다.

지능형 로봇 중 향후 가장 큰 시장을 이룰 것으로 전망되는 분야는 엔터테인먼트 로봇이다. 현재까지는 교육·연구용 로봇이나 취미·완구용 로봇의

비중이 높으나 앞으로는 소셜로봇의 비중이 빠르게 확대될 것으로 기대되고 있다. 엔터테인먼트 로봇이란 인간과의 상호작용을 통해 인간에게 즐거움을 제공해 줄 수 있는 로봇이며, 그중에서도 소셜로봇은 인간과 대화하고 교감하는 감성 중심의 로봇을 의미한다. 최근 1,000달러 내외의 저렴하고 우수한 엔터테인먼트·소셜로봇이 등장하면서 과거 비싸고 효용가치가 낮았던 애완·교육용 로봇과 달리 세간의 이목이 집중되고 있다.

제2절 4차 산업혁명의 위기직업

본 단원에서는 4차 산업혁명의 기술진보로 일자리 감소가 나타나고 있거나 우려되는 직업을 제시하고 그 구체적 사례를 소개하고자 한다. 데이터의 기하급수적 증가, 컴퓨팅 능력과 통신 네트워크의 발달 그리고 기계학습으로 인해 과거에는 상상도 못했던 일들이 현실이 되고 있고, 이에 따라 직업세계에도 큰 변화가 예상된다. 4차 산업혁명으로 기회가 더 증가할 직업도 있지만 일자리 감소가 우려되거나 입지가 감소되는 직업들이 존재할 수 있다.

2.1. 기술 진보로 인한 직업의 위기

인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 가상현실, 블록체인, 3D프린터, 드론 등과 같은 새로운 기법이나 기술은 지금까지 존재하지 않던 새로운 직업을 만들어 내기도 하고 기존 직업의 수행 업무도 변화시킨다. 그러나 기술진보는 새로운 일자리와 직무를 만들어 내기도 하지만 기존 직업의 수요를 감소시키거나 소멸시키기도 한다. 증기기관이 발명된 1차 산업혁명으로 방적근로자의 업무는 집에서 손으로 옷의 재료인 실을 뽑아낸 것에서 공장에서 방적기계를 조작하는 것으로 변경되었고 가내 방적 수공업자의 대다수(98%)가 방적기계로 대체되었다. 컴퓨터가 상용화되면서 기존의 타이피스트, 식자공, 극장 간판 화가와 같은 직업의 필요성이 줄어들어 점차 사라지게 되었다.

기계학습과 자동화로 대표되는 4차 산업혁명 시대에 어떤 직업의 일자리가 감소될까? 4차 산업혁명으로 인한 위기직업의 특징은 인공지능이나 자동화

에 따라 대체가 용이할 정도로 정형화되고 반복적인 업무를 주로 수행한다는 것이다. 이미지, 글자, 숫자, 소리 등은 모두 디지털화된 정보로 저장할 수 있는데 이 데이터의 양이 많더라도 결정해야 할 일이 단순하거나 여러 번 반복해야 하는 일이라면, 이러한 일을 하는 직업인의 대체 가능성은 높다. 특정 사이트의 내용을 보고 음란물을 포함하고 있는지를 판단하는 일, 환자의 폐 사진을 보고 암이 있는지 여부를 판단하는 일, 조립되는 제품의 상태를 보고 불량품 여부를 판단하는 일 등은 인공지능으로 대체될 가능성이 높다. 데이터는 방대하고 복잡할 수 있지만 이 데이터에서 일정한 규칙이나 패턴을 찾을 수 있고 데이터를 통해서 확률을 계산해서 판단하는 일이라면 인공지능이 사람보다 더 뛰어나다. 알파고가 불세출의 승부사 이세돌 구단과 인간 최고 고수 커제를 연이어 격파했다. 바둑은 경우의 수가 많지만 결정해야 할 일은 항상 바둑판에서 최적의 착점이 무엇인지를 선택하는 일이다.

위기직업의 두 번째 특징은 해당 직업의 업무를 인공지능이나 자동화하는데 소요되는 경비가 사람을 사용할 때 예상되는 인건비보다 더 싸다는 점이다. 기술적으로 인공지능이나 ICT를 적용했을 때 비용과 편익(benefit and cost) 측면에서 유리한 직업은 대체가 용이해 위기직업에 속한다. 자동화나 인공지능으로 대체하는 것이 기술적으로 가능하더라도 인건비가 적게 드는 직업은 인건비가 많이 드는 직업보다 대체될 가능성이 더 낮다. 이러한 이유 때문에 4차 산업혁명 시대에는 단순 노무직업보다 지식노동자가 더 위기직업일 수 있다. 위기직업의 세 번째 특징은 인공지능이 사람보다 더 뛰어나게 잘할 수 있는 업무로 구성되어 있다는 점이다. 인공지능 등이 인간을 대체했을 때 인간보다 더 뛰어난 수행 능력을 보여야만 인간의 일자리를 대체할 수 있다.

이러한 세 가지 조건이 동시에 충족되어야 일자리 대체가 일어날 수 있으므로 일자리 감소를 우려하거나 예측한 기존의 연구보고서 내용과는 달리 일자리 대체가 빠른 시간 안에 순식간에 일어나지 않을 가능성이 높다. 기술적으로 대체 가능한 것과 실제로 이러한 기술이 상용화되어 인간을 대신하는 것은 다른 이야기이다. 또한 1차 산업혁명 시대의 러다이트 운동과 같이 직업인들의 저항도 있을 수 있고, 인공지능이나 자동화 로봇이 업무를 수행하다가 발생하는 책임소재 문제도 있으며, 빅데이터를 활용하는 4차 산업혁명 시대에 정보 누출에 따른 부작용이 발생할 수도 있다. 이러한 이유 때문에 향후 어떤

직업이 위기에 직면하여 입지가 축소되거나 일자리가 감소할지 정확하게 예측하기는 쉽지 않다. 또한 특정 직업인이 수행하는 일은 보통 하나의 직무만 있는 것이 아니라 여러 가지의 업무를 동시에 수행한다. 이 여러 개의 업무 중에서 일부는 인공지능이나 자동화 로봇으로 대체하기 용이할 수 있지만 다른 업무는 대체가 쉽지 않을 수도 있다. 창의력이나 기획력을 요구하는 업무 그리고 사람들을 대하면서 소통하고 공감하는 일은 대체되기가 어렵다. 특정 직업에서 수행하는 업무를 분석해 보면 수행하는 모든 업무가 자동화 대상이 아닐 가능성이 높기 때문에 직업종사자가 모두 사라지지 않을 가능성이 높다. 또한 자동화가 가능하더라도 이 직업인을 고용하고 있는 기업에서 비용 부담 때문에 인공지능이나 자동화 기계의 도입을 늦출 수도 있고 자동화 기계를 도입하더라도 사람들을 대체하기보다는 그만큼 노동시간을 줄여 근로자 삶의 질을 높이려는 고용주도 존재할 수 있다. 이러한 다양한 이유 때문에 위기직업이라 할지라도 이 직업인이 사라지는 것이 아니라 일부 근로자가 부정적인 영향을 받을 가능성이 높다는 것이다. 즉, 위기직업이라도 완전히 사라지는 것이 아니라 고용이 줄어들 가능성이 높다는 것이다.

2.2. 위기직업 선정

본 절에서는 구체적으로 어떠한 직업이 4차 산업혁명 시대 위기에 직면할 것인가를 예측하고자 하였다. 위기직업은 주요 업무의 특성이 정형화·반복화되어 인공지능이나 자동화 등에 따라 대체 가능성이 높고, 대체했을 때 비용 편익이 있으며 사람보다 더 업무를 잘할 수 있는 직업이라고 설명한 바 있다. 수행하는 업무가 위기직업의 특성을 가지고 있으면서 실제 해당 직업에서 일자리가 줄어들고 있는 사례가 있거나 관련 징후가 있는 직업, 그리고 종사자 규모가 커서 일자리 감소가 나타나는 경우에 일반인이 체감할 수 있는 직업을 선정하고자 하였다.

본 보고서의 위기직업을 선정하기 위하여 관련 문헌과 한국고용정보원의 직업인 대상 설문조사를 분석하였으며, 일자리 감소를 우려하는 언론의 기사와 보도 내용을 검색하였다. 도출된 위기직업의 목록에 대하여 한국고용정보원의 직업 전문가들이 논의를 진행하였고 관련 직업인과의 인터뷰를 통해 위

기직업 여부를 결정하였다.

위기직업을 도출하기 위하여 인공지능과 자동화 로봇 도입으로 일자리 감소를 우려하는 연구와 사례를 살펴보았다. 영국 옥스퍼드(Oxford)대학의 Frey & Osborne의 컴퓨터 대체 가능 확률 연구¹¹⁷⁾, 한국고용정보원의 2016년 한국직업 정보재직자조사 결과¹¹⁸⁾, 각종 미디어에서 일자리 감소와 관련된 내용¹¹⁹⁾ 등을 분석하였다. 그 후에 한국고용정보원의 직업연구자들이 미디어, 관련 문헌, 재직자조사 등에서 열거한 직업을 종합적으로 검토하면서 위기직업을 선정하였다.

과거와는 다른 방식으로 혁명적 변화가 나타난다는 4차 산업혁명의 시대에 정확한 인력수급 전망 자료는 존재하지 않기 때문에 위기직업 선정의 객관성은 100% 담보하기 어렵다. 차선택으로 한국고용정보원의 직업 전문가들이 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 모바일 등의 4차 산업혁명의 기반 기술로 인해서 기존 직업 중에서 일자리 감소가 우려될 것으로 예상되는 직업을 선정하였다. 10년 후에 이러한 핵심 기술 때문에 일자리가 지금보다 10% 혹은 20% 이상 감소할 것¹²⁰⁾으로 예측되는 직업을 위기직업으로 선정하였다. 영화 터미네이터에 나오는 강력한 인공지능이 언제 출현할지 모르지만 만약에 이러한 인공지능이 나타나서 확산된다면 우리가 하고 있는 대부분의 일이 대체 가능하므로 상당수의 일자리가 사라질 가능성이 있다. 그러나 인공지능전문가나 과학자 중에 인공지능이 일자리에 미치는 영향이 과대평가되어 있다고 생각하는 사람이 많다. 인공지능은 특정 분야에서 사람보다 훨씬 더 빠르고 정확하지만 왜 이 일을 하는지를 모르고 사람이 지시하는 일만 할 수 있기 때문에 영화에서 나오는 강력한 인공지능은 당분간은 불가능하며 실현되기 어렵다고 보는 사람이 많다. 이들의 주장은 인공지능은 사람이 하는 일을 빠르고 편리하게 하기 위한 수단이며 일부 일자리에 부정적 영향을 줄 수 있지만 대다수의 일자리가 사라질 것이라는 인식은 옳지 않다는 것이다.

〈표 7-2〉 4차 산업혁명 시대의 위기직업 8선

연번	직업명	이유	관련 기술
1	콜센터 요원 (고객상담원 및 안내원)	고객의 문의가 정형화되어 있어 질문에 대한 답변이 동일하게 반복되는 경우 인공지능에 의해 콜센터 요원이 수행하는 업무는 대체하기 용이할 수 있다. 현재 통신회사에서 콜센터 운영을 사람에서 챗봇(인공지능의 일종)으로 바꾸고 사람들을 줄이고 있다. 2015 통계청의 지역별고용조사에 따르면 콜센터 요원이 포함된 '고객 상담 및 모니터 요원'은 17만 3,000명이 있다.	인공지능, 빅데이터 분석
2	생산 및 제조관련 단순종사원	스마트공장이 확산되면서 제품을 조립하고 물건을 나르며 불량품을 검사하는 일이 산업용 로봇으로 그리고 제품의 이미지를 보고 불량 여부를 진단하는 일이 인공지능('비전')으로 대체될 가능성이 높다. 국내 스마트공장화가 진행되는 곳에서 생산 및 제조 관련 단순 종사원이 줄어들고 있다. 아디다스는 외국에 있던 공장을 독일 내로 이전하면서 스피드팩토리를 구축하여 동일한 양의 제품을 생산하는 인력을 600명에서 10명으로 줄였다. 제조 관련 종사자의 직업은 한국고용직업분류 세분류로 수십 개에 달하며 종사자 수도 상당하다.	스마트공장
3	의료진단 전문가	IBM의 Watson이 의사보다 CT 이미지를 보고 폐암을 더 정확하게 진단할 수 있다. 수많은 이미지 데이터를 분석하고 판독하고 진단하는 일은 인공지능이 더 인간보다 더 빠르게 잘할 수 있는 일이다. 스마트폰과 웨어러블 기기는 심박수뿐 아니라 스트레스지수, 산소포화도 등 더 다양한 건강 관련 지수를 측정할 수 있다. 향후 혈당, 혈압, 콜레스테롤 수치 등을 간단히 측정하는 기기가 발명되면 의료진단 업무 수행자의 업무가 변화될 수 있다.	의료기기 헬스, 인공지능
4	금융사무원	금융권에서 비교적 단순한 업무를 하거나 혹은 데이터에 근거해서 의사결정을 하는 업무가 위기에 빠질 수 있다. 은행직원이 없는 인터넷전문은행, 핀테크가 확산되고 있다. 소액결제 및 이체 시스템이 모바일을 통해 급속히 확산되고 있다. 공인인증서가 없어지고 그리고 상대방의 계좌번호를 몰라도 예금 이체 등이 자유로워지면서 금융사무원의 입지가 더욱 좁아지고 있다. Frey & Osborne의 연구에서도 컴퓨터 때문에 사라질 가능성이 매우 높은 직업 중 하나로 은행텔러가 손꼽혔다. 금융계의 인공지능 로보어드바이저는 고객의 투자 성향, 목표 등을 입력하면 시황을 투자분석가보다 더 정확하고 빠르게 분석하여 투자 조언을 한다. 보험계약자의 위험요소를 평가하여 보험가입 여부와 승인을 결정하는 일도 인공지능이 잘할 수 있는 일이다.	핀테크, 빅데이터, 인공지능

연번	직업명	이유	관련 기술
5	창고작업원	아마존의 키바 로봇이나 자동컨베이어시스템 등 무인 자동운반시스템 도입으로 근로자는 업무 부담과 안전 사고로부터 벗어날 수 있지만, 한편으로는 일자리 감소를 피하기 어려울 것이다. 또한 독일 BECHTLE 등에서 사용되고 있는 증강현실 스마트글라스 등이 창고관리 업무에 도입됨에 따라 물류 오류를 줄이는 동시에 생산성 향상으로 창고작업원의 인력도 감소할 것으로 예상된다.	사물인터넷, 센서 기술, 증강현실 기술 등
6	계산원	디지털기술이 산업현장뿐만 아니라 사회 곳곳으로 확산되고 있다. 셀프주유소가 도입된 지는 오래며, 아파트 관리에도 무인시스템이 도입되어 경비원의 일자리가 사회문제화되고 있다. 메뉴 주문 터치스크린(키오스크)이 햄버거 패스트푸드점이나 프랜차이즈 식당, 커피전문점 등을 중심으로 빠르게 확산되고 있다. 또 대기업 마트나 편의점에서는 무인화를 위한 기술개발에 적극 나서고 있고 시범 시행 중인 곳도 있다.	디지털화, 핀테크

2.2.1 콜센터 요원

(1) 수행 업무

콜센터(Call Center)에서 근무하는 사람은 고객으로부터 걸려온 전화를 받고 각종 민원사항에 응대하거나 불특정 다수의 고객에게 전화를 걸어 각종 상품이나 서비스를 판매하는 일을 한다. 콜센터에는 고객상담원과 텔레마케터의 두 가지 직업이 존재한다. 고객이 전화로 제기한 민원사항에 응대하는 일을 하는 사람을 고객상담원이라고 하고, 전화를 걸어 각종 상품이나 서비스를 판매하는 일을 하는 사람을 텔레마케터라고 한다.

콜센터에 근무하는 고객상담원의 업무는 기업이나 기관이 만든 제품이나 제공하는 서비스에 대해서 고객이 문의하는 사항에 답변하고 불만사항을 처리하는 것이다. 콜센터에 근무하는 사람들은 제조업체, 호텔, 유통업체, 택시회사, 홈쇼핑 전문업체, 항공사, 보험업, 공공기관 등 다양한 분야에 고용되어 있다.

(2) 위기직업 이유

콜센터에 근무하는 사람의 일 중에 어느 일이 4차 산업혁명의 시대에 영향을 많이 받을 것인가? 반복되는 질문에 답변을 하는 일이다. 고객상담원과 텔레마케터가 하는 일 중에 고객의 문의에 답변하는 일의 비중이 높다. 구매한 컴퓨터의 인터넷 연결이 안 되거나 화면의 설정이 변경되는 경우처럼 해결책이 정형화되어 있고, 고객이 궁금해 하는 내용에 대한 답변이 단순한 경우가 많다. 상품의 주문이나 배송처리 예약도 정형화된 일이라고 할 수 있다. 과거의 데이터나 답변 이력을 분석하면 고객의 민원이나 문의 사항에 답변이 가능하다. 고객이 궁금해 하는 질문의 상당수는 지금까지 제기되지 않은 새로운 질문일 수 있지만 콜센터를 수년간 운영하면서 고객이 궁금해 하는 내용과 정해진 답변이 데이터베이스화되어 있다면 사람이 굳이 하지 않아도 첨단 ICT나 인공지능을 통해 답변이 가능하다.

지금까지 나온 기술 중 콜센터 요원의 고용에 부정적 영향을 미칠 수 있는 기술은 챗봇(Chatbot)과 인공지능 기반의 음성서비스이다. 인공지능 콜센터 서비스는 크게 채팅을 기반으로 하는 고객상담 챗봇과 전화로 응대하는 로보텔러(Robo-teller)로 구분된다. 챗봇이란 채팅하는 로봇으로, 정해진 응답 규칙에 따라 사용자 질문에 응답할 수 있도록 만들어진 인공지능 기반의 소프트웨어이다. 사용자가 메신저 대화창에 특정한 메시지를 입력하면 해당 메시지에 적합한 응답을 해 달라고 자동응답을 요청하는 방식으로 서비스가 이루어진다. 챗봇은 가장 빠르고 쉬운 인공지능의 대중화를 보여줄 것으로 전망되고 있다. 이 챗봇을 이용하면 ARS 서비스나 콜센터, 고객상담 창구를 이용할 때의 대기 시간, 운영 시간, 개인정보 보호 등의 문제점을 해결해 줄 수 있고 기업은 인건비 지출을 줄이면서도 소비자에게 개인 맞춤형 서비스를 24시간 제공할 수 있다는 장점이 있을 수 있다. 로보텔러는 메신저 기반이 아니라 음성인식을 기반으로 고객의 질문에 답변하는 인공지능 기반의 서비스이다. 챗봇은 상용화 단계이지만 로보텔러는 연구개발 중이다. ARS 기술을 넘어서 인공지능 기반의 음성인식에 기초하여 고객의 문의 내용에 답변하는 서비스가 확산되면 콜센터 요원은 위기직업이 될 수 있을 것이다.

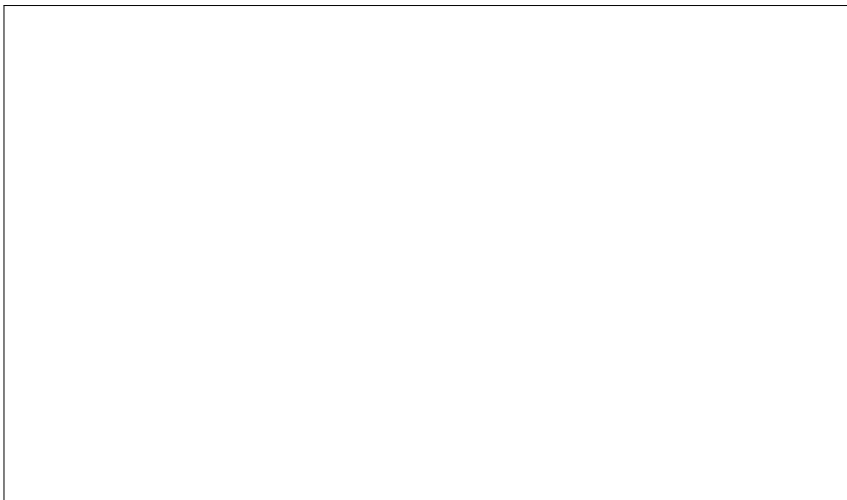
과거에는 콜센터 요원을 활용하던 업무가 모바일 메신저 서비스인 챗봇으

로 변화하고 있다. 챗봇을 가장 많이 활용하고 있는 기업은 페이스북이다. 페이스북은 자사의 플랫폼을 이용하여 이미 각종 예약, 쇼핑, 날씨, 여행, 결제 등 분야에 약 4만 개의 챗봇이 만들어져 고객과 대화할 수 있다고 발표했다. 국내에서도 2017년 4월 출범한 인터넷 전문은행인 K뱅크가 출범하면서 ‘챗봇’을 이용하고 있다. 24시간 365일 서비스를 지향하는 K뱅크가 인공지능 기반의 소프트웨어를 사용하고 있는 것이다. 부산시에도 현재 콜센터 120곳을 통해서 주간에만 제공하던 민원 서비스를 2018년 상반기까지 텍스트(Text) 기반의 챗봇 서비스로 전환하겠다고 발표하였다. 그 밖에도 콜센터를 운영하고 있는 국내의 자동차, 보험, 통신, ICT 등의 회사에서 챗봇 활용 사례가 증가하고 있다. 우리나라 인구의 대다수가 스마트폰을 가지고 있어 모바일로 챗봇을 이용할 수 있으므로 콜센터 요원의 수요에 감소를 가져올 수 있다.

AI 기업 마인즈랩과 솔트룩스는 지난해 말부터 채팅이나 음성에 알아서 답해 주는 AI 상담원을 은행과 보험사 콜센터에 구축하고 있다. 전화 한 통 상담에 사람은 인건비 1,500원이 들지만 AI 상담원은 150~500원이면 충분하다. 가격도 계속 낮아지고 있다.¹²¹⁾

AIA 보험회사에서는 판매된 보험계약에 대해 로보텔러가 고객에게 직접 전화를 걸어 완전 판매를 모니터링하는 업무를 진행하고 있다. 인공지능이 고객과 대화를 진행해 계약 정보를 확인하고 계약을 확정하는 음성서비스를 제공하고 있다. 향후에 고객이 문의하는 내용에 로보텔러가 직접 상담사처럼 응대하는 새로운 고객 상담 서비스를 도입할 예정이다.

삼성 SDS는 2017년 9월 콜센터 요원의 업무 등을 대신할 수 있는 기업용 대화형 인공지능 플랫폼 ‘브리티’를 공개했다. ‘브리티’는 자연어로 대화할 수 있고 고객이 요청하는 업무를 수행한다.



출처: 네이버 이미지

[그림 7-9] 현대자동차의 ChatBot 서비스 장면

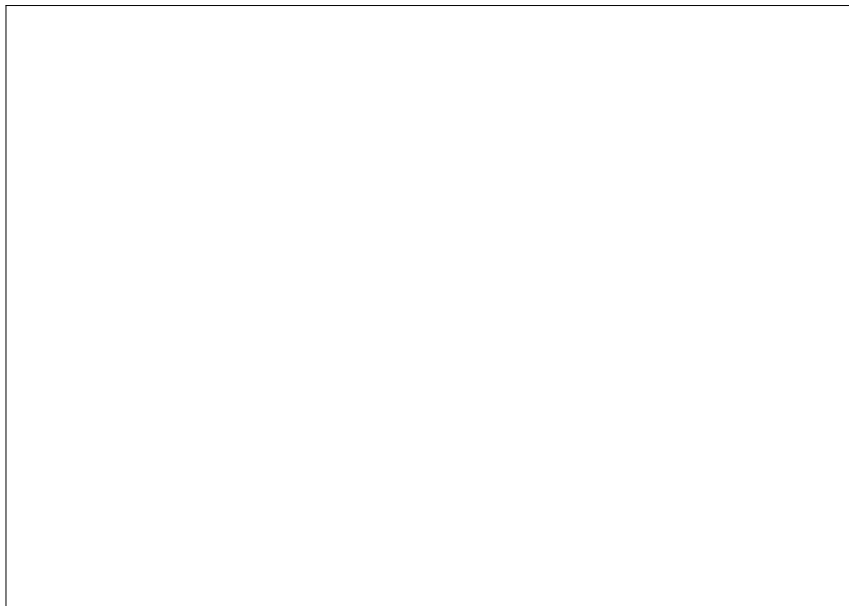
2.2.2. 생산 및 제조 관련 종사원

(1) 수행 업무

생산 및 제조 관련 종사원은 제조업체와 같은 곳에서 물건을 만들어 내기 위하여 제품을 운반하여 작업장에 위치시키거나, 제품을 만들기 위하여 조립하거나, 만든 제품의 불량 여부를 검사하는 일을 수행한다.

(2) 위기직업 이유

공장이 자동화 및 지능화되는 스마트공장 때문에 생산 및 제조 관련 단순 종사원의 일자리가 위협하다. 물건을 만드는 제조업이 뚝뚝해지고 있다. 아디다스는 외국에 있던 신발 제조 공장을 독일로 이전하면서 로봇 생산 기반의 자동화 시스템을 갖춘 ‘스피드팩토리’를 설립했다. 아디다스는 소비자가 매장을 방문해서 발 모양을 측정하고 디자인을 정하면 5시간 만에 딱 맞는 신발을 만들어 낸다. 할리데이비슨도 오토바이 한 대를 만드는 데 걸리는 시간을 21일에서 6시간으로 파격적으로 단축했다.



출처: 네이버 이미지

[그림 7-10] 아디다스의 스피드공장

그런데 스마트공장은 소비자의 개별적 요구를 맞춤형으로 충족할 뿐 아니라 공장에서 눈에 보이는 종업원 수를 줄였다. 중국과 베트남에 있을 때 아디다스 공장은 이 공장을 운영하는 데 과거 600명이 필요하였지만 공장이 독일 본사로 들어오면서 외국에 있을 때 생산하던 동일한 개수(50만 켤레)의 신발을 만드는 데 10명이면 충분했다. 스피드팩토리에 있는 자동화 로봇은 물건을 나르고 조립하는 사람을, ‘비전’이라는 이미지 판독 시스템은 불량품을 눈으로 검사하던 작업자 수를 대폭 줄였다. 스마트공장의 영향은 일자리 측면에서 부정적 면만 있는 것이 아니라 긍정적인 면도 있다. 스마트공장을 만들기 위해 자동화 로봇을 연구하고 설계하고 만드는 사람 그리고 3D프린터를 이용하여 설계하는 사람 등의 일자리는 증가할 수 있다.

보스턴컨설팅 그룹에서 독일 스마트공장의 일자리 영향을 연구한 바 있는데 이 연구의 결과에 따르면 스마트공장에서 연구개발과 인간의 특성을 고려한 인터페이스 설계, 물류 그리고 판매와 서비스 분야에서는 일자리가 늘어나

는 반면에 생산하고 유지하며 그리고 품질검사를 하는 업무의 일자리는 감소가 예측된다.

향후 스마트공장은 더 활성화될 것이다. 생산성이 증가하고 불량률은 감소하며, 에너지 사용량이 줄어들고 소비자의 개인별 욕구를 맞춤형으로 충족할 수 있기 때문이다. 이에 따라 공장에서 물건을 조립하고 자동화라인에 물건을 실어 나르고 눈으로 불량품 여부를 검사하는 일을 하는 직업은 위기직업이 될 것이다.

우리나라에서도 생산성 향상을 위해 자동화 설비나 디지털 장비를 도입하게 되면 고용에 변화가 나타남을 확인할 수 있다. 현대자동차의 아산공장과 울산공장에서 가공 라인의 상당 부분이 자동화되면서 프레스, 용접, 도장 그리고 사출 등의 수작업이 사라졌다. D중공업은 자동품질검사 시스템의 도입 이후에 품질검사 요원을 없앨 계획이며, S전자서비스는 원격 수리 시스템을 도입한 후 현재 수리기사의 절반 정도만 필요할 것으로 추정하고 있다(김성혁 외, 2017).

2.2.3. 의료진단 전문가

(1) 수행 업무

의료인들은 전문적인 의료지식 및 기술을 활용하여 환자의 질병 원인을 밝히기 위하여 진단하고 질병 및 장애가 있는 사람과 상해를 입은 사람이 건강을 회복할 수 있도록 치료하는 업무를 수행한다. 의사의 구체적 업무는 전문 분야에 따라 세분되는데 이중 영상의학과 의사는 환자의 병으로 일어난 육체적, 생리적 변화를 찾아내기 위하여 MRI, CT, X선 같은 촬영 영상을 판독하는 진료 영역을 담당한다. 병의 원인을 밝히거나 진단하는 데 도움을 주는 다른 직업인으로 임상병리사가 있다. 임상병리사와 같은 의료진단전문가는 병원의 진료지원 부서에서 근무하면서 혈액, 소변, 체액 그리고 조직 등의 검체를 살펴 질병의 원인 규명과 예방 그리고 치료 경과를 확인한다. 보건의료기관에서 의생명과학 분야의 기초 및 임상 연구를 진행하기도 한다.

(2) 위기직업 이유

영상을 보고 병의 유무와 종류를 판단하는 일은 인공지능이 사람보다 더

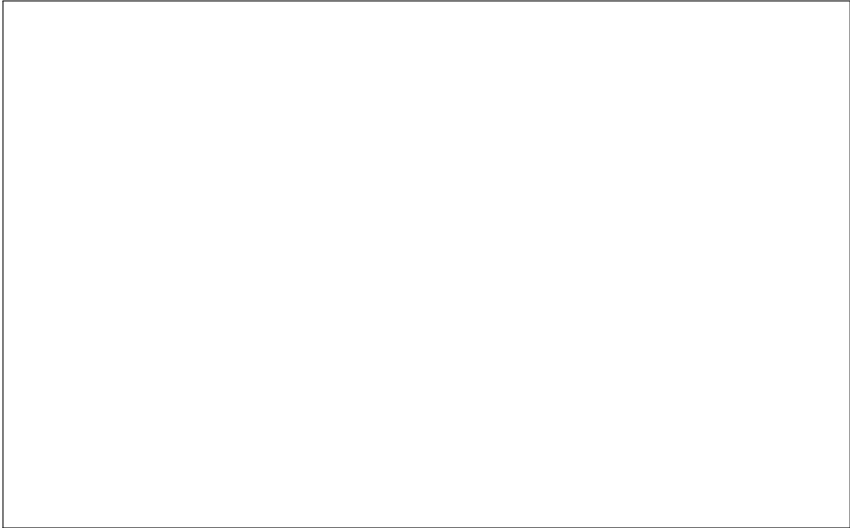
정확하고 빠르게 할 수 있다.

인공지능이 인간이 하는 일을 대신하기에는 아직 미흡하다는 이야기가 이제 의료계에서는 통하지 않는 것 같다. 영상의학과 의사는 병원에서 환자의 특정 질병 유무와 의심되는 질병을 진단하기 위하여 X선, CT 혹은 MRI 등의 촬영을 한 것을 판독하는 일이 업무의 대부분을 차지한다. 이상이 생긴 부위가 너무 작거나 명확하지 않으면 오진이 생기기도 한다. 오진율은 영상의학과 의사에 따라 차이가 많다. IBM의 인공지능 왓슨은 암 환자를 진료할 때 환자의 의심되는 부위의 영상이미지(X선, CT, MRI)와 환자의 부위에서 떼어낸 조직을 검사해서 암 여부와 종류를 결정하는 의사의 역할을 수행하고 있다. 병의 유무에 대한 종합적인 판단과 책임은 여전히 의사의 몫이지만 인공지능의 판단을 의사가 절대로 무시할 수 없는 상황이다. 인공지능은 의사보다 더 빠르고 정확하게 영상검사를 판독할 수 있다. 그뿐만 아니라 환자의 성별, 나이, 암의 진행 정도에 따라 적절한 치료법을 추천해 준다. 왓슨은 클라우드에 저장된 방대한 논문과 의학정보를 분석하고 끊임없이 추가적인 의료 내용을 학습하고 있다. 의료진이 왓슨에게 환자의 성별과 나이, 몸무게, 피검사 수치, 현재 암 진행 정도 등의 정보를 입력하면 왓슨은 색깔별로 치료법이 적힌 문구를 제시한다. ‘추천하는 치료법’과 ‘권하지 않는 치료법’, 그 이유, 관련 근거 논문도 확인이 가능하다. 또한 치료법에 따른 생존율과 약물 부작용도 함께 제시해 준다. 암을 진단하고 적절한 치료법을 추천하는 것은 인공지능도 잘할 수 있는 분야이다.

국내에서도 인공지능 IBM 왓슨의 도입이 확산되고 있다. 2016년 12월에 길병원이 우리나라 최초로 이를 도입한 이후 부산대학교병원, 건양대학교병원 등에서 이 시스템을 도입하고 있고 다른 대학병원에서도 인공지능의 도입이 확산될 것으로 예상된다. 의사와 인공지능이 동시에 진료하고 처방을 했는데, 같은 결정을 내리게 되면 환자와 의사는 진단과 처방의 결과를 더욱 신뢰할 수 있다. 그러나 인공지능과 인간이 서로 다른 진단 결과와 처방을 내리는 경우에는 최종 판단을 하는 환자와 의사는 한 번 더 생각해 볼 것이다. 인간 의사가 진단하면서 놓친 부분이 있을 가능성을 고민할 것이다. 인공지능 왓슨은 수많은 환자의 데이터를 기억하고 있고 다양한 환자의 영상 결과를 학습하여 오진율을 최소화할 수 있다. 한 명의 의사가 아무리 많은 환자를 진료한다고

하더라도 평생에 수천 혹은 수만 명의 환자를 진료할 것이다. 그러나 인공지능은 데이터만 입력해 주면 무한정의 환자정보를 접할 수 있기에 더 정확한 진료를 할 수 있다.

AI는 암 환자의 조직검사도 한다. 영상정보에서 암이 의심되면 조직을 떼어 내 검사를 진행하게 되는데 의사가 수백 건의 조직 슬라이드를 검사하는 과정에서 생길 수 있는 오진을 보완해 줄 수 있다. 의사가 하던 진단의 영역을 인공지능이 대신하고 있는 것이다. 이제 의사는 지식에 근거하여 판단을 하는 단순 작업을 줄이고 환자에 대한 통합적 연구 그리고 의료 상담에 더 집중할 시기이다. 인공지능 연구가 더 진행되면 컴퓨터가 1차로 환자를 진단하고 의사는 종합적인 판단을 하고 환자의 알권리를 충족시켜 주기 위한 상담을 더욱 강화할 것이다. 앞으로 의사의 역할이 환자의 생활 습관 개선 등 환자를 만족시키는 방향으로 달라져야 할 것이다.



출처: 네이버 이미지

[그림 7-11] IBM 왓슨을 이용하여 진료하는 장면

신체의 미세한 신호를 측정하기 위한 의료기기와 센싱 기술이 지금보다

더 발달하게 되면 질병을 진단하기 위해 혈액 및 기초 검사를 하는 의료인의 수요를 감소시킬 수 있다. 스마트폰과 웨어러블 기기는 심박수뿐 아니라 스트레스지수, 산소포화도 등 더 다양한 건강 관련 지수를 측정할 수 있다. 향후 혈당, 혈압, 콜레스테롤 수치 등을 간단히 측정하고 이를 사물인터넷을 통해서 병원의 클라우드에 게시한 후에 문제가 있을 경우에 일반인이 그 결과를 통보 받을 수 있다면 병원에 굳이 가지 않아도 건강이 좋아질 수 있다.

2.2.4 금융사무원(은행텔러·증권중개인·투자분석가·보험인수심사원 등)

(1) 수행 업무

금융사무원은 은행, 보험회사, 증권회사 등에서 근무하면서 금융 및 보험과 관련된 사무업무를 수행한다. 이중에 출납창구사무원(은행텔러)은 일반은행, 저축은행, 신협, 우체국 등에서 고객을 대상으로 예금 및 출금 업무, 예금의 신규 가입 및 해약, 공과금 수납 업무 등 금융서비스를 수행한다. 증권중개인은 증권회사에서 일하면서 주식, 파생상품, 채권 등을 사거나 팔려는 법인이거나 일반인을 대상으로 그들이 원하는 거래주문을 받아서 거래를 성사시키는 일을 한다. 투자분석가는 자신의 회사나 개인 및 기업 고객이 주식, 채권, 파생상품 등에 대한 적절한 투자판단을 할 수 있도록 각종 분석 정보를 제공하는 일을 수행한다. 보험인수심사원은 보험계약자의 위험 요소를 평가하여 보험계약 여부를 결정하거나 위험에 따른 비용(보험료)을 산출하는 계약심사 업무를 수행한다.

(2) 위기직업 이유

금융산업은 개인 고객의 카드 소비 성향을 분석하는 빅데이터, 사람 대신 로봇이 투자 방향을 정하고 자산관리를 해 주는 robo-advisor, 은행 지점에 가지 않고 인터넷으로(비대면) 대출이 가능한 모바일 결제, 인터넷전문은행, 블록체인 등이 이미 도입되어 빠르게 확대되는 추세이다.

핀테크로 은행창구에서 근무하는 사람이 점차 줄고 있다. 이제 은행을 가지 않아도 예금 및 출금, 신규 가입 및 해지, 공과금 수납 등을 쉽게 할 수 있다.

과거에는 사람 대신에 ATM이 예금 및 출금 업무를 주로 담당했다면 현재는 핀테크로 인해 언제나 손에 들고 다니는 모바일을 이용하여 예금 및 출금 업무가 가능하다. 대출 및 적금 서비스를 받을 수 있고 공과금 납부까지 할 수 있다. 과거 ATM을 이용하는 것보다 모바일을 이용하는 것이 훨씬 더 편리하다.

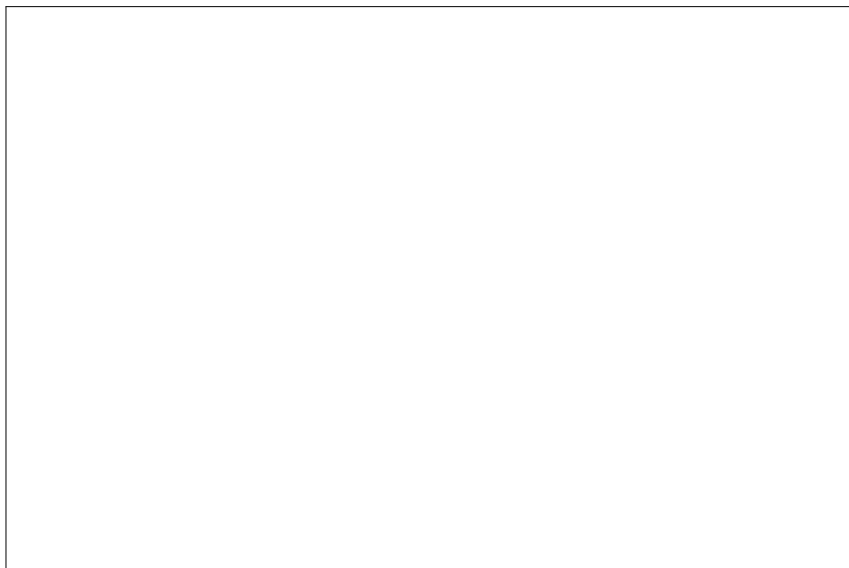
국내 최고의 SNS 업체인 카카오는 점포 없이 은행 업무를 할 수 있는 카카오뱅크를 시작한 지 한 달 만에 300만 명의 가입자를 모았다. 가입과 계좌 개설, 대출 신청 등을 위해 영업지점을 가지 않고 모두 모바일로만 처리가 가능해져 편리하기 이를 데 없다. 기존 은행에 비해 대출이자율은 낮고 예금이자율은 높다. 시중은행에 비해 서비스의 질을 높일 수 있는 가장 큰 이유는 인터넷전문은행은 실물 지점이 없어 입차료가 없기 때문이다. 실물 지점이 없다는 것은 과거 이 은행에서 입·출금 업무, 예금의 신규 가입 및 해약, 공과금 수납 업무 등의 금융서비스를 제공하던 출납창구 사무원이 더는 필요 없게 된다는 것을 의미한다.

공인인증서가 없어도, 상대방의 계좌번호를 몰라도 송금할 수 있게 되었고, 은행을 방문하지 않고도 대출과 적금 서비스를 받을 수 있다. 신용카드와 교통카드는 스마트폰 속으로 들어가고, 자신의 지문 혹은 홍채정보를 인식시키면 금융거래 중 보안 위험도 감소시킬 수 있다. 향후 핀테크가 더욱 활성화 되면서 은행 창구 직원은 더욱 감소할 가능성이 크다. 실제로 국민, 우리, 농협, 신한, 하나 등 5대 은행의 지점은 2012년 말 5,352곳에서 2017년 2월 4,796곳으로 4년 새 10% 이상 감소하였다.¹²²⁾

빅데이터와 인공지능의 영향으로 시황분석, 증권거래 그리고 보험인수심사 등의 업무가 위협하다. 증권회사나 투자자문회사에서는 투자자에게 어떤 종목의 주식이나 투자 상품이 좋을지를 제안했었다. 그러나 이제 인공지능이 투자 분석과 증권 중개 업무를 대체하고 있다. 골드만삭스의 금융 분석 플랫폼 ‘켄쇼’는 연봉 50만 달러의 투자분석가가 40시간 걸릴 일을 단 몇 분 만에 해낸다. 골드만삭스는 주식 트레이더를 600명에서 2명으로 줄였고, 임직원 4분의 1을 컴퓨터 기술자로 교체했다. 투자분석이나 증권중개를 이제 사람이 하는 시대는 끝났고 수학적 원리와 컴퓨터소프트웨어가 담당해야 한다고 주장하면서 자사가 투자자문회사가 아니라 IT 회사임을 천명했다. 투자자문회사는 금융권에서는 이제 빅데이터 분석을 통한 객관적인 사고 그리고 시간과 장소에 구애

받지 않고 누구나 온라인으로 자산관리를 받을 수 있는 로보어드바이저를 소유하고 있다.

금융권 종사자 중에 보험인수심사원도 위기직업이다. 보험인수심사원은 보험계약을 의뢰한 사람의 인적 특성이나 과거의 자료를 보고 보험 계약을 하게 되면 회사가 손해를 볼 위험을 판단하여 보험의 인수 여부를 결정하는 사람이다. 보험가입자의 특성과 보험지급 내역 데이터가 축적되어 있다면 이는 인공지능이 빠르게 회사의 손실 가능성을 계산하여 일정 수준 이상의 위험이 있는 경우에는 보험 가입을 거절할 수 있다. 옥스퍼드대학의 Frey & Osborne은 보험인수심사원이 컴퓨터로 대체될 가능성이 높은 직업 중 하나로 거론하였다.



자료: Chosun Biz(2017.4.17.)

[그림 7-12] 시티은행 은행 점포 축소 관련 언론보도 자료

2.2.5. 창고작업원

(1) 수행 업무

창고작업원은 창고관리자의 지시를 받아 자재, 공구, 설비, 생산제품 및 기타 물품의 입고, 보관, 불출 등의 업무를 수행한다. 구체적인 업무를 보면 운반하고 모

으거나 내보낼 항목을 알아보기 위하여 생산계획서, 고객주문서, 작업순서, 선적순서 등에 따라 운반도구를 사용하여 재료나 물품을 수령한다. 수령한 물품 등을 생산 장소로부터 창고나 지정된 장소로 운반한다. 순서에 따라 재료나 물품을 크기, 형태, 양식, 종류 등으로 분류하여 수량을 파악하고 선반에 없거나 상자에 담는다. 창고 내에 적재된 물품을 정리한다. 물품청구서 또는 창고관리원의 지시에 따라 물품을 찾아 수량을 세어 내보낸다. 입고되거나 내보낸 수량을 물품대장에 기록한다. 회사표준에 따라 물품을 분류하기 위하여 무게를 달거나 수량을 파악하여 재고량을 현황일지에 기록한다. 또 창고를 청소하기도 한다.¹²³⁾

(2) 위기직업 이유

로봇이나 IoT, 센서 기술 등을 이용한 무인 창고관리시스템이 빠르게 발전하고 있다. 무인 창고관리시스템의 발전인 무인 자동운반시스템은 단순히 컨베이어벨트를 말하는 것이 아니라, IoT 기반의 물품운반 로봇 등을 말한다. 이것은 근로자가 작업할 수 있도록 필요한 부품을 적시에 갖다 주거나, 창고의 수많은 물품을 정리, 배출하는 일을 한다. 또한 물품운반 로봇에는 센서가 부착되어 공장에서 물품 운반 중 사람이나 시설물과의 접촉으로 발생하는 안전사고를 방지할 수 있다.

무인 자동운반시스템 도입으로 근로자는 업무 부담을 덜 수 있고, 안전사고를 예방할 수 있지만 한편으로는 일자리 감소를 피하기 어려울 것이다.

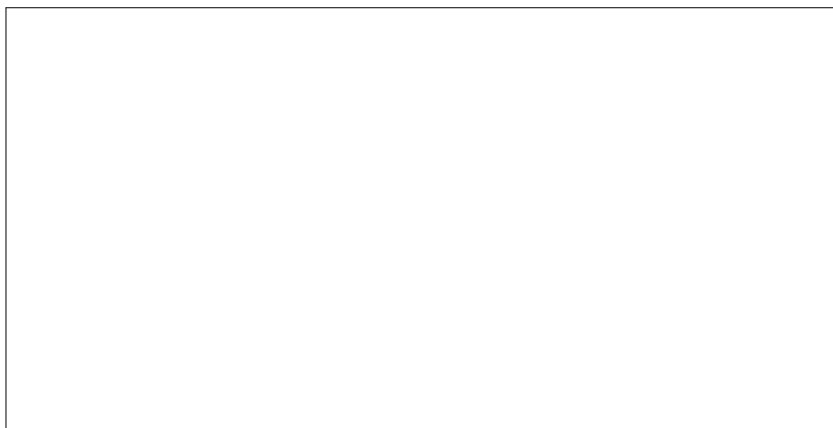
미국의 온라인 상거래 대기업인 아마존의 물류창고에서는 로봇 ‘키바(Kiva)’가 인간을 보조해 일하고 있다. 거대한 물류창고에서 체력을 소모하며 작업해야 하는 근로자의 수고를 대신하는 역할이다. 이전 같으면 수천만 개의 상품이 적재된 창고 안에서 시간을 들여 배송할 물건이 배치된 자리를 확인해야 했다. 해당 위치로 찾아가서 때로는 사다리를 타고 올라가 물건을 집어 와야 했다. 그것을 가지고 내려와 포장 작업을 할 수 있는 자신의 작업대까지 돌아오는 작업을 매일 수백, 수천 번 반복하다 보면 힘이 들고 능률도 떨어지기 마련이다. 이러한 작업을 짧은 시간 안에 정확하게 해 주는 것이 ‘키바’ 로봇이다.¹²⁴⁾

아마존 물류창고에 배송물 적재와 포장을 자동화하는 키바 로봇이 도입된 것은 2014년이다. 아마존은 2012년에 7억7,500만 달러를 들여 창고용 로봇 제조 회사인 키바를 인수했다.¹²⁵⁾ 이에 따라 물류센터에 키바를 도입한 지 2년

만에 운영비용의 20%를 절감하는 효과를 얻었고, 이는 물류센터마다 약 2,200만 달러에 달하는 비용 절감을 가능케 했다. 기존에 60~75분 걸리던 물류 순환 속도는 약 15분으로 빨라졌으며, 공간을 효율적으로 사용하면서 재고를 둘 수 있는 공간도 약 50% 늘어났다는 평가를 받고 있다.¹²⁶⁾

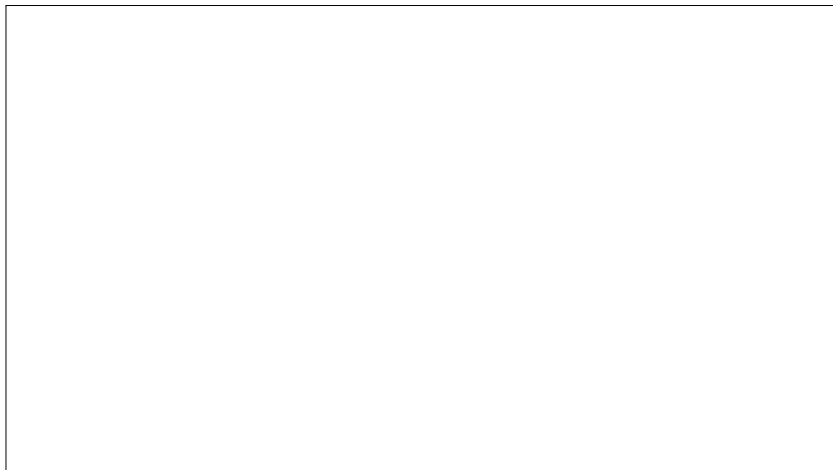
아마존의 키바 도입에 대한 평가는 다음과 같다. 우선 운영 효율 개선에 기여하고 키바의 기술이 아마존의 경쟁 업체에 넘어가는 것을 막았다는 측면에서 높게 평가받고 있다.¹²⁷⁾ 또한 일자리 측면에서는 늘어난 고객 수요에 비해 물류비용 절감으로 더 많은 근로자를 고용할 수 있게 되었다고 평가받는다. 실제로 2016년에 아마존은 로봇 근로의 비중을 3만 대에서 4만 5,000대로 50% 늘렸지만 늘어난 1만 5,000명 분의 일자리를 줄인 것이 아니라 같은 기간 대비 고용 인력을 50% 늘렸다는 것이다.¹²⁸⁾ 또한 아마존은 2016년 수익보고서를 통해 앞으로 상근직 일자리 10만 개 이상을 더 만들 계획이라고 발표했다.¹²⁹⁾

향후 증강현실(AR) 기술과 스마트글라스의 활용성이 기대된다. 독일 IT 기업인 BECHTLE는 창고관리에 AR 기술과 스마트글라스를 활용한 스마트 창고관리시스템을 도입하고 있다. AR 기술과 스마트글라스의 활용 영역은 무궁무진한데 창고관리, 플랜트 등의 산업현장, 건축, 의료(수술 등), 엔터테인먼트, 연구개발, 교육·훈련 등에 활용될 수 있다.



출처: CNN¹³⁰⁾

[그림 7-13] 아마존의 창고관리 로봇 키바(Kiva)



출처: <https://www.itizzimo.com/simplifier/>, 유튜브

[그림 7-14] BECHTLE의 증강현실을 활용한 스마트 창고관리 시스템

2.2.6. 계산원(Cashier)

(1) 수행 업무

계산원은 백화점, 대형마트, 할인점, 슈퍼마켓, 편의점, 일반상점 등의 매장에서 소비자가 구매한 상품을 계산하고 요금을 정산하는 일을 한다. 계산원은 근무 장소에 따라 상품 계산 업무 외에 소비자가 문의하는 물품에 대해 설명해 주고, 더 좋은 상품이나 고객의 필요에 적합한 상품을 선택하여 추천하는 일을 하기도 한다. 고객이 구매를 결정하면 상품을 정확하게 계산하고 영수증을 발급하며, 고객이 원하면 포장도 해 준다.

고속도로 톨게이트나 주차장 등에서 요금을 수납하는 요금수납원도 계산원에 포함될 수 있다.

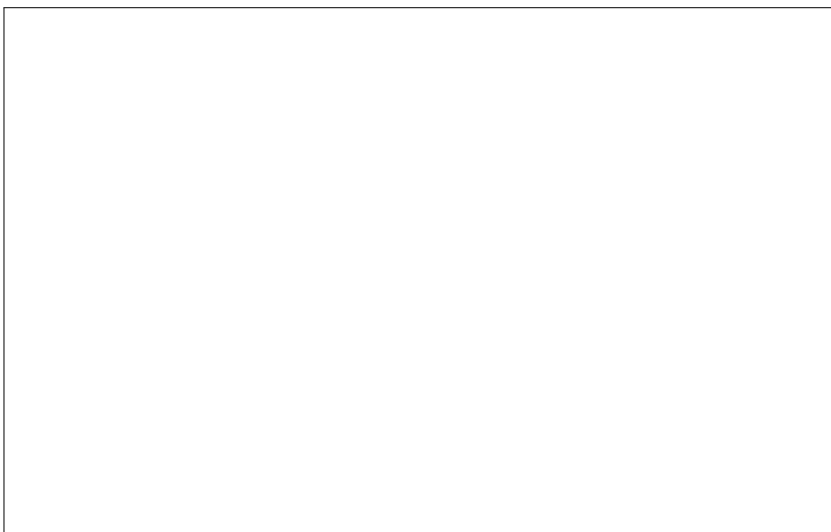
(2) 위기직업 이유

디지털기술이 산업현장뿐만 아니라 사회 곳곳으로 확산되고 있다. 셀프주유소가 도입된 지는 오래며, 아파트 관리에도 무인시스템이 도입되어 경비원의 일자리가 사회문제화되고 있다. 메뉴주문 터치스크린(키오스크)이 햄버거 패스트푸드

드점이나 프랜차이즈 식당, 커피전문점 등을 중심으로 빠르게 확산되고 있다.

또 대기업 마트나 편의점에서는 무인화를 위한 기술개발에 적극 나서고 있고 시범 중인 곳도 있다. 2017년 5월에는 세븐일레븐이 업계 최초로 잠실롯데월드타워 31층에 무인편의점 시그니처를 열었다. 24시간 무인으로 운영되며 정맥 인식형으로 결제하는 핸드페이 시스템을 갖춘 것이 특징이다. 편의점 이마트24는 같은 해 6월부터 4개 매장에서 무인 운영을 실험하고 있다. 이마트24는 앞서 일부 매장에 무인결제단말기를 설치한 적이 있으나 직원이 상주하고 있어 엄밀한 의미에서 무인편의점이라고 볼 수는 없었다. 이마트24 무인매장은 고객이 매장 문 옆에 설치된 카드리더에 신용카드 등을 긁으면 문이 열리고 셀프 계산대에서 구매한 물건을 스스로 결제하는 방식이다. 이마트24 측은 시범 운영을 통해 무인매장 확산 방안을 검토할 예정이다.

편의점이나 마트, 대중음식점 등의 무인주문시스템 도입은 갈수록 치열해지는 자영업 경쟁과 최저임금 인상으로 더욱 촉진될 것이다. 또 무인주문시스템에 더하여 모바일 쇼핑의 확산으로 오프라인에서 일하는 계산원이나 판매원의 고용시장은 갈수록 어려움에 처할 것으로 예상된다.



자료: 서울경제 신문

[그림 7-15] 무인 편의점 등장

주석

- 94) 두산백과, ‘사물인터넷’. 2017.11.1.
- 95) 프로스트 앤 설리번의 2017년도 보고서 ‘Internet of Medical Things’.
- 96) 컴퓨터나 반도체의 성능이 18개월마다 2배씩 증가하는 현상을 ‘무어의 법칙’이라고 한다.
- 97) 스마트공장에서 자동화로나봇이나 모듈의 활동을 수집한 빅데이터를 분석해서 작업을 지시하는 일에도 인공지능 기술은 필수적이다.
- 98) 1 제타바이트는 1조(1,000,000,000,000) 기가바이트(GB).
- 99) ID디지털타임즈, ‘빅데이터 전문인력 양성 시급’, 2013.2.3.
- 100) IDC가 Worldwide Semiannual Big Data and Analytics Spending Guide를 인용 발표,
<http://www.ciokorea.com/news/33884#csidx489e62cfa59b7c9efadbfd333e3723>
- 101) 중앙일보(2017.9.16.), <http://news.joins.com/article/21941473>.
- 102) 3D프린터 교육강사는 산업용 3D프린터를 운용하는 사람들을 위한 전문 강사와 일반인의 취미, 학생 교육 등을 위한 일반 강사로 구분된다.
- 103) 조선비즈, 2017.5.1.. http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/04/30/2017043000355.html
- 104) 네이버 지식백과, ‘용어로 보는 IT’, 2017.11.1.
- 105) <http://www.gartner.com/newsroom/id/3602317>
- 106) Allied Market Research(2017), “Small Drones Market by Size (Mini and Micro), Type (Fixed Wing and Rotary Wing), and Application(Commercial and Defense) ; Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023”.
- 107) 국토교통부(2017.8), ‘2017년 대한민국 드론 정책포럼’.
- 108) 두산백과, ‘생명과학’, 2017.12.5.
- 109) 생물의 각종 형태나 성질이 자손에게 전해지는 구조와, 그것들이 각 개체에서 어떻게 나타나게 되는지를 연구하는 학문.
- 110) DNA에 들어 있는 아데닌, 구아닌, 시토신, 티민 및 RNA에 있는 아데닌, 구아닌, 시토신, 우라실 등의 서열을 분석하는 것.
- 111) 염색체의 DNA 상에 있는 특정 유전자가 그 기능이 나타나게 되는 과정. 암을 억제하는 유전자를 활성화시킨다면 암을 예방하거나 치료할 수 있다.
- 112) 질병을 일으키는 유전자를 잘라내는 기술을 유전자가위, 또는 유전자 편집기술이라고 한다.
- 113) 게놈(genome)은 영어인 gene(유전자)과 chromosome(염색체)을 합친 말로서, 인간의 유전자를 구성하는 DNA의 염기배열 순서를 밝혀 인간의 유전자 지도를 완성하는 연구이다. 유전자의 염기서열 정보의 양은 3,300,000페이지에 달한다. 이 연구를 통해서 인간의 성장과 질병 연구에 필요한 기본 정보를 갖게 된다.
- 114) 합성생물학(Synthetic Biology)은 생명과학(Life Science)적 이해의 바탕에 공학적 관점을 도입한 학문으로 자연 세계에 존재하지 않는 생물 구성요소와 시스템을 설계·제작하거나 자연 세계에 존재하는 생물 시스템을 재설계·제작하는 두 가지 분야를 포괄한다.
- 115) The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda의 보고서 참조.
- 116) Hello T 첨단뉴스, ‘서비스 로봇 기술, 어디까지 왔나?’, 2017.9.18.
http://www.hellot.net/new_hellot/magazine/magazine_read.html?code=201&sub=003&idx=36416#07Ve
- 117) Frey & Osborne(2013)은 미국의 직업정보 O*NET에 수록된 702개 직업의 컴퓨터 대체 가능성을 모형을 통해 계산한 후 702개 중에 약 47%의 직업이 20년 내에 컴퓨터로 대체 가능

하다고 주장하였다. 컴퓨터에 의한 대체 확률이 높은 직업으로 텔레마케터, 권리분석사, 재봉사, 수확조수, 보험인수심사원, 시계수리공, 적화물운송원, 소득신고원, 사진현상원, 은행텔러, 사서보조원 등을 제시하였다.

- 118) 한국고용정보원 한국직업정보재직자조사(2016)에서 621개 직업의 1만 9,217명의 재직자에게 향후 4차 산업혁명으로 해당 직업의 일자리가 감소할 것인가에 대한 인식조사를 수행했다. 그 결과 출판창구사무원, 인쇄기조작원, 금융관리자, 치과기공사, 보험사무원, 단조원, 기계조작원 등의 직업인들이 일자리 감소를 많이 우려하는 것으로 나타났다.
- 119) 연구나 조사에 근거한 자료는 아니지만 인공지능이 수행하는 일의 특성과 관련 있는 직업이 위협하다는 언론 기사의 내용은 다수였다. 이러한 직업에는 주로 전문직이 많이 포함되어 있었는데 약사, 의사, 변호사, 판사, 기자, 콜센터 요원, 은행원, 보험인, 택시기사 등으로 나타났다.
- 120) 한국고용정보원의 『중장기 인력수급 수정전망 2015-2025』에 따르면 향후 10년간 전체 직업의 평균 취업자 수는 8% 정도 증가하는 것으로 예측되었다. 동기간에 취업자 수가 10% 혹은 20% 이상 줄어들면 상당한 양의 일자리 감소가 나타난 것이라고 할 수 있다.
- 121) 산업리포트, 'AI로 대량실직, 대안은 "로봇세" 벌써 갑론을박', 2017.3.13.
- 122) 디지털타임스, '사라지는 길거리 매장... 무점포 시대 오나', 2017.9.19.
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017091902101876036001&ref=naver
- 123) '한국직업사전'(한국고용정보원, 2017.10.8. 검색)
- 124) Bloomberg 인터뷰 영상의 작업 현장 설명 <Meet Amazon's New Robot Army Shipping Out Your Products> (2014.12.2.) <https://www.youtube.com/watch?v=g6DIFpaol6A>
- 125) 아마존 보도자료, 2012.3.19.
<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=176060&p=irol-newsArticle&ID=1674133&highlight=>
- 126) Business Insider, 'Amazon's \$775 million deal for robotics company Kiva is starting to look really smart', 2016.6.15.
<http://www.businessinsider.com/kiva-robots-save-money-for-amazon-2016-6>
- 127) 이코노믹리뷰, '아마존과 홀푸즈마켓, 앞으로 어떻게 될까?', 2017.8.22.
<http://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=321206>
- 128) Singularity Hub, 'How Robots Helped Create 100,000 Jobs at Amazon', 2017.2.17.
<https://singularityhub.com/2017/02/10/how-robots-helped-create-100000-jobs-at-amazon/>
- 129) 아마존 보도자료, 2017.2.2.
<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=97664&p=irol-newsArticle&ID=2241835>
- 130) CNN, 'See Amazon's new robot army', 2014.12.1.
<http://edition.cnn.com/videos/tech/2014/12/01/amazon-kiva-robots-new-fulfillment-center.cnnmoney>

제8장

4차 산업혁명 일자리 위기 대응 전략

본 연구는 4차 산업혁명 도래에 따른 국민의 불안감을 덜어내고 4차 산업혁명이 가져올지도 모를 ‘미래 일자리 절벽 문제’를 슬기롭게 헤쳐 나가기 위한 방안을 사회 각계각층이 고민하고 방향성을 모색하고자 하는 취지에서 출발하였다. 이에 연구 결과를 토대로 4차 산업혁명에 따른 일자리 위기를 산업계, 교육훈련 업계, 근로자 및 근로자단체, 정부 등 4개 주체별로 총 20개의 대응 전략을 제시하였다.

제1절 산업계의 대응

4차 산업혁명이 ‘산업혁명’으로서 자리매김할지는 모르겠지만, 현재의 기술 발전 속도와 활용 범위를 볼 때 산업계와 노동시장에 엄청난 변화를 몰고 올 것임을 충분히 예상할 수 있다.

세계 각국의 기업은 기존 생산 공정을 로봇과 인공지능(AI), 사물인터넷

(IoT), 빅데이터(Big Data), 가상현실(VR), 증강현실(AR), 3D프린터 등의 첨단기술과 접목하고 혁신하여 스마트공장화를 추진하고 있다. 또 IoT나 AI 등 첨단기술을 적용한 신제품을 하루가 멀다 하고 내놓고 있다. 수많은 스타트업 기업은 온라인 플랫폼을 활용한 새로운 비즈니스 모델로 시장에 뛰어들고 있다. 전통적 기업 중에는 기존 사업 영역에 ICT 등의 첨단기술을 접목하여 새로운 서비스를 제공하는 사업 영역을 확장하는 사례도 빈번히 등장한다.

국가와 기업은 4차 산업혁명이라는 기술 환경의 변혁기에 더욱 치열해지는 글로벌 시장에서 살아남기 위해 한층의 시간도 허비하지 않고 혁신에 운명을 걸고 있다. 이와 같이 국가와 기업의 노력 크기에는 차이를 둘 수 없지만, 기업 혹은 국가 간의 혁신 방향에는 차이를 보이는 듯하다.

독일의 인더스트리(Industry) 4.0과 일(Work) 4.0은 ‘근로자 중심의 작업장’을 추진한다는 특징이 있다. ‘근로자 중심의 작업장’은 두 가지 의미를 갖는다. 하나는 ‘인체공학적 작업장 개선’이며, 다른 하나는 ‘숙련기술자가 선도하는 생산 혁신’이다.

‘인체공학적 작업장 개선’은 자동화 시스템 기술을 현장에 투입해 근로자의 생산성을 높이는 동시에 육체적·정신적 부담을 경감시키는 작업장으로 개선하는 것을 말한다. 아우디 공장은 자동차 조립에 근로자가 웨어러블 로봇을 착용하고 작업하는 것을 실험하고 있다. 제너럴모터스(GM), 메르세데스벤츠, BMW, 포드 등의 자동차 제조공장에서 협업 로봇인 ‘코봇(co-bot)’을 사용하기 시작하였다.

‘숙련기술자가 선도하는 생산 혁신’은 디지털화로 유연한 생산체계를 갖춘 스마트공장으로 전환하는 동시에 작업자가 숙련을 최대한 발휘할 수 있는 시스템으로 진화시키는 전략이다. 독일에서는 기술 중심적 작업조직에 회의적인 시각이 대두되면서 노동중심적 작업조직이 주목받고 있다. 노동중심적 작업조직은 작업자의 자율성과 숙련에 의존하는 조직으로서 인더스트리 4.0의 스마트공장을 기술중심적 조직보다 훨씬 더 생산적으로 만들 수 있다고 한다. 복합적인 디지털 기술이 서로 융합되고 연결되면 이론적 지식과 함께 경험적 지식의 중요성도 높아진다는 것이다. 또 자동화율이 높은 스마트공장에서는 예측되지 않은 사고가 일어날 확률이 낮을 수 있지만, 한 번 발생하면 그 손실이 엄청나게 크기 때문에 숙련기술자의 신속한 판단과 조치가 더욱 중요해 진다고 한다. 예

측할 수 없는 돌발 상황은 미리 정해진 매뉴얼로 해결될 수 없는 것이어서 숙련기술자의 평소 노하우의 축적(암묵적 지식)과 학습이 중요한 요소가 된다고 한다. 실제로 현재 독일 내 작업자의 71%가 이러한 기술의 복잡성과 계획되지 않은 돌발 상황에 대처하는 능력을 요구받고 있으며, 이는 앞으로 디지털화가 진전될수록 더욱 중요한 요소가 될 것으로 보고 있다(김성혁 외, 2017).

그러나 한국의 경우 스마트공장화 추진 의지는 확고하지만, 4차 산업혁명 시대의 산업현장을 어떤 방향으로 이끌 것인가에 대한 논의는 활발하지 않은 것 같다.

기업의 존재 목적은 이익 창출과 지속가능한 존립이라 할 수 있다. 기업이 이러한 두 가지 목표를 달성하기 위해서는 4차 산업혁명 기술을 적극 활용한 공정혁신, 신제품 개발, 사업 영역 확대 등의 추진 외에 이들 혁신을 결국은 사람 즉, 숙련기술자가 이끈다는 점을 명심할 필요가 있다. 산업현장에서 사람을 내쫓고 기계로 채운다면 더 나은 혁신은 기대할 수 없기 때문이다.

작년 초부터 4차 산업혁명이 사회적 화두로 되면서 성인 근로자부터 청소년에 이르기까지 4차 산업혁명으로 일자리가 얼마나 감소할지를 우려하는 목소리가 들리고, 어떤 직업이 유망하고 쇠퇴할지 그리고 무엇을 준비해야 하는지에 대한 문의가 넘쳐나고 있다.

현대 자본주의 사회에서 기업은 영리를 목적으로 하지만, 한 사회의 경제를 지탱하고 사회를 지속하게 하는 근원이기도 하다. 그만큼 사회적 책임 또한 무겁다 할 것이다. 본 절에서는 기업의 4차 산업혁명 대응 전략을 일자리와 인적자원 개발 차원에서 제시해 보고자 한다.

첫째, 기업 내 창의적 활동을 적극 지원해야 한다.

4차 산업혁명 기술을 도입하여 공정 혁신과 신제품 개발을 통해 경쟁력을 높이고, 기존 기술과 새로운 기술을 융합하여 새로운 사업영역을 발굴하여 선도해야 한다. 새로운 시장을 넓히고 글로벌 경쟁력을 높여야 한다. 이것은 기업의 경영 목표인 동시에 기업만이 할 수 있는, 일자리 창출을 위한 가장 기본적 전략이다.

종업원의 아이디어가 제품과 공정 혁신으로 이어지고, 이러한 활동이 스타트업으로 성장할 수 있도록 지원하는 것은 기업의 경쟁력 제고와 종업원의 성

장을 촉진하는 한편, 결과적으로 사회 전체적으로는 일자리 창출의 성과를 이루게 될 것이다.

둘째, 종업원의 재교육과 신규 인재 양성에 적극 나서야 한다.

4차 산업혁명에 대응하고 선도하기 위한 열쇠는 로봇이 아니라 사람, 숙련 기술자라는 점을 명심하여 오랜 노하우와 숙련기술을 갖춘 기술자가 기술 환경 변화에 적응하여 혁신을 선도하도록 이들을 대상으로 한 재교육과 신규 인재 양성에 산업계가 적극 나서야 한다.

- 우선, 공정혁신과 제품혁신을 추진하는 동시에 변화에 요구되는 직무와 필요한 역량이 무엇인지를 선제적으로 분석하여 종업원을 준비시킬 필요가 있다. 새로운 과업을 수행하는 데 필요한 역량이 무엇이고 역량개발 프로그램은 어떻게 구성되어야 하는지, 종업원은 교육훈련을 받을 준비가 되어 있는지 그리고 효과적으로 역량개발을 하려면 어떤 준비가 필요한지를 분석하여 준비할 필요가 있다.
- 그리고 새롭게 필요한 직무분석을 바탕으로 교육훈련프로그램을 개발해야 한다. 종업원들이 급속히 발전하는 4차 산업혁명 기술을 선제적으로 습득하고 현장에 적용할 수 있도록 교육훈련 프로그램은 단기과정으로 개발하고, 교육훈련 내용을 현장에서 확인하고 컨설팅 받는 시스템을 구축하는 것도 바람직하다.
- 마지막으로 근로자가 교육훈련 기회를 더 많이 갖도록 하여야 한다. 종업원들이 근로생활 중에도 쉽게 교육훈련을 받을 수 있도록 근로시간을 유연화하고 모바일이나 디지털미디어, 증강현실 등을 활용한 첨단 교육훈련 기법과 자체 교육훈련 플랫폼을 개발하여 활용한다.

셋째, 공장자동화 등 4차 산업혁명을 추진함에 있어 근로자와 노조가 이해를 같이하고 협력하여 추진해 나가야 한다.

소속 임직원을 비롯하여 외주업체 임직원을 대상으로 자사에서 추진하는 스마트공장, 디지털화 등 4차 산업혁명 관련 사업 추진 현황 및 관련 이해를 높이는 교육을 시행할 필요가 있다.

또한 근로자에게 4차 산업혁명에 동참함으로써 지식근로자로 전환될 수 있다는 직업비전을 제시하는 것도 중요하다. 4차 산업혁명의 성공은 근로자의 동참에 있고, 근로자가 능동적으로 동참하게 하려면 그에 따르는 이득(benefit)이 무엇인지를 명확히 인식시켜야 한다.

넷째, 근무 장소와 근로시간, 채용, 교육훈련 등 조직 및 인사관리 제도를 유연하게 재구성하여야 한다.

4차 산업혁명 시대의 조직 및 인사관리 제도는 기술 환경 변화에 조직이 능동적이고 유연하게 대처할 수 있어야 한다. 모바일이나 원격회의시스템, 클라우드 등 발전하는 기술이 근무 방식에 적용되도록 적극 노력할 필요가 있다. 원격근무를 확대하고 근로시간을 다양화할 필요가 있다.

다섯째, 4차 산업혁명 선도기업은 청소년 등 미래 근로자에 대한 교육훈련에 앞장서야 한다.

4차 산업혁명을 선도할 수 있는 사내 훈련프로그램을 청소년이나 구직자 등 미래 근로자에게도 개방하여 기업의 사회적 책임을 다하여야 할 것이다. 이는 기업의 사회적 의무인 동시에 기업이 지속가능한 경영을 목표로 한다면 필수불가결한 생존 전략이라 할 수 있다.

제2절 교육훈련 업계의 대응

4차 산업혁명이라는 기술 환경 변화로 산업현장에서 수행되는 직무가 변화하고 있고, 근로자에게 요구되는 역량도 변화하고 있다. 제조업 생산라인에서는 반복적인 활동보다 지식집약적인 활동이 늘어날 것이다. 근로자는 생산 공정 전체의 이해를 바탕으로 생산공정을 개발하거나 생산과정을 감독·점검·조정하는 역할이 증가할 것이다. 또 작업장에 로봇이 배치되면 공장라인에서 로봇을 감시·조정·통제하는 업무 등 새로운 직무가 발생하고, 이를 수행할 수 있는 근로자가 필요해질 것이다.

4차 산업혁명 시대에는 고도의 전문지식과 기술이 요구되는 업무가 증가

할 것이다. 스마트공장 구축 및 확대 등 사업장 내 첨단기술과 시스템의 도입이 확산되면 로봇과 협업, 가상현실(VR·AR), 웨어러블 로봇 등 첨단 디지털 기기를 활용한 작업, 데이터 활용 및 처리 작업 확대 등 근로자가 수행하는 직무와 이들에게 요구하는 역량이 크게 변화할 것이다. 작업방식의 디지털화로 숙련기술자의 역할이 축소되거나 혹은 1인이 여러 직무를 담당하도록 요구받을 것이다.

세계경제포럼(WEF)은 향후 근로자에게 가장 필요한 역량으로 복잡한 문제 해결 능력과 디지털 문해력(digital literacy: 새로운 기술 장비와 관련 정보통신 네트워크의 사용에 필요한 지식과 능력)¹³¹⁾을 제시하며, 근로자의 재교육과 인재양성을 기업의 선결과제로 제시한 바 있다. 향후 근로자에게 필요한 능력은 특정 분야의 전문적 지식보다는 공통적이고 범용적인 능력이 더 필요하다. 구체적으로 암기력, 이해력보다는 비판적 사고(Critical Thinking), 공감능력(Communication/Empathy), 창의능력(Creativity), 융합능력(Convergence), 문화적 다양성(Cultural Diversity), 협업능력 등이 더 중요해지고, 이러한 능력의 배양을 통하여 급변하는 환경에 빨리 적응하는 능력(adaptability)이 필요하다고 한다(이용순 편저, 2016).

이러한 기술 환경 변화와 인재상 변화에 대응하여 교육훈련 업계는 기존 교육훈련 방법과 내용의 틀에서 벗어나 과감한 변화를 신속히 추진해야 할 것이다. 인재 양성은 기술 도입에 비해 시간이 더 오래 걸리는 것이고, 자칫 시기를 놓치게 되면 국가경쟁력과 기업경쟁력은 순식간에 뒤처지게 된다.

첫째, 교육훈련 내용의 혁신이 필요하다.

- 모든 청소년과 근로자들에게 IT 및 소프트웨어 이해와 활용 등 디지털 문해력을 높이는 교육훈련을 산업계와 협력하여 제공해야 한다. 어떤 직업현장에서 어떤 직무를 수행하더라도 소프트웨어 및 디지털 기기의 활용은 필수가 될 것이고, 디지털화와 ICT 이해 없이는 제대로 역할을 수행할 수 없게 될 것이다. OECD의 PIAAC 연구 결과에 따르면 업무에 컴퓨터를 전혀 사용하지 않는다고 답한 응답자가 전체의 8%에 불과하다고 한다. 향후 IT 및 컴퓨터를 활용한 직무가 크게 증가할 것으로 예상되므로 디지털 문해력이 직업훈련 과정에 포함되도록 하여야 한다.

- 청소년 등 미래 근로자 세대에게는 빠른 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 직업기초능력 배양이 필요하다. 기술발전 및 생산방식의 변화가 매우 빠르고 그 방향성도 불확실하기 때문에 미래 근로자와 청소년은 새로운 환경에 적응할 수 있는 능력이 필요하다.

둘째, 교육방법의 혁신이 필요하다.

- 현재 MOOC 등 온라인 교육이 도입되고 있지만, 이러한 방식이 체계적으로 평가되어 인정받도록 전향적 제도 변화가 필요하다. 또한 온라인 교육뿐만 아니라 VR, AR 등의 첨단기법을 활용한 교육훈련 콘텐츠를 개발하고, 이를 플랫폼화하여 확대 보급하는 시스템을 하루빨리 구축하여야 한다.
- 공급자 중심이 아닌 산업구조 변화에 대응한 수요자 중심의 교육훈련체제로 혁신해야 한다. 빠른 기술 환경 변화에 대응하기 위해 기존 교사나 교수들이 기업프로젝트에 참여하도록 한다. 또 기술사나 기능장, 명장 등 현장경험과 고숙련기술을 갖고 있는 자를 강사로서 교육훈련 과정에 참여시킬 수 있는 체제를 갖춰야 한다. 또한 혁신적 교육방법을 수용하고 적용할 수 있는 교사와 교수의 양성이 선결되어야 함은 물론이다.

셋째, 산업현장과 파트너십을 더욱 강화해야 한다.

4차 산업혁명 시대에 근로자가 습득해야 할 지식과 기술은 더욱 부정형적이고, 문제해결 역량의 중요성이 더욱 커지기 때문에 학습은 작업현장(on the job)에서 더 많이 이루어져야 한다. 한 연구에 따르면 종업원이 매일 작업 중에 도전적인 과제를 해결함으로써 그들 역량의 70%를 배우고, 20%는 다른 직원들로부터 배우고, 나머지 10%만이 공식적 교육이나 책을 통해 배운다고 한다(BMWi, 2016, p.58).

오래전부터 교육계와 사업계가 연계하여 현장 중심의 인재를 양성해 온 것이 사실이지만, 4차 산업혁명 시대에는 기술발전 속도가 더 빠르고 사용하는 장비가 더욱 첨단화하기 때문에 교육훈련 기관만으로는 인재 양성이 불가능해 지고 있다. 앞으로 산업현장과 연계되지 않는 교육훈련 프로그램은 살아남지 못할 것이다. 특히 스마트공장이나 디지털화를 선도하는 기업에서 필요

한 직무가 무엇인지를 산업계와 함께 분석하고 이를 교육훈련 과정에 반영하는 노력을 게을리 하지 않아야 한다.

넷째, 대학 등은 평생직업능력개발 기관으로 역할을 할 수 있어야 한다.

4차 산업혁명 시대는 평생교육의 시대라고 할 수 있다. 불과 몇 년간의 교육과정에서 습득한 기술과 지식만으로는 너무 빠른 기술 발전 속도를 따라잡기 어렵기 때문이다. 근로자들이 근로생애 중 필요한 기술과 지식이 있으면 기업 내에서뿐만 아니라 대학이나 거점 훈련기관에서 쉽게 교육훈련을 받고 기술적 컨설팅을 받도록 지원해야 한다.

다섯째, 직장체험, 현장실습, 인턴 등 단계별 직업체험을 모든 중·고등학생에게 의무 프로그램화하여야 한다.

청소년이 현장중심 교육을 통해 학습의 이유를 명확히 인식하도록 하여야 한다. 학교교육은 문제를 인식할 수 있고 문제를 해결할 수 있는 능력을 키우는 교육으로 직업현장의 변화에 반응하는 교육체제로 전환되어야 한다. 학령 인구 감소도 이러한 체제 변화를 지원하고 있다.

제3절 근로자 및 근로자단체의 대응

변화의 큰 흐름은 강물과 같아서 막는다고 막아지는 것이 아니다. 일시적으로 강물의 흐름을 멈출 수는 있겠지만, 결국은 독이 일시에 터져 그 피해가 더 커지기 때문이다.

치열한 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해서는 생산성 향상과 혁신은 불가피하다. 자동화와 디지털화로 많은 직무가 없어질 것이고, 어떤 직종에서는 일자리 감소가 불가피한 상황이다. 1~3차 산업혁명의 역사를 되돌아보아도 기술로 대체되는 직무가 발생하면 다른 한편에서는 새로운 직무를 수행할 사람들이 필요하게 된다. 인공지능과 로봇이 산업현장을 휩쓸고 있다고 해서 사람이 없는 경제·산업 체제는 있을 수 없기 때문이다. 그때가 오면, 그 사회는 인간사회가 아니라 기계사회가 될 것이다.

자동차제조업체, 중공업회사 등 많은 기업에서 작업의 능률을 높이고 불량률을 낮추기 위해 다양한 디지털장비를 도입할 때, 근로자는 이들 디지털 기기가 근로자 통제외의 수단으로 악용될지 모른다는 막연한 우려감으로 반대하는 상황이 발생하곤 한다. 이러한 극단적 상황은 결국 기업이나 근로자 모두에게 바람직한 방향이 아니다. 기업은 글로벌 경쟁력 제고의 시기를 놓치게 되고, 근로자는 새로운 기술 환경 변화에 대처할 수 있는 기회를 놓치게 된다.

근로자도 이러한 글로벌 경제환경 변화와 기술환경 변화에 능동적으로 이해하려는 자세와 준비가 필요하다. 큰 강물의 흐름을 보지 못한다면 어느 순간 자신의 기술과 지식이 쓸모없어지면서 직무 또한 없어질 것이다.

첫째, 근로자와 근로자단체는 4차 산업혁명의 변화를 적극 이해하려는 마음 자세를 갖추어야 한다.

마음이 있어야 준비를 할 수 있다. 기술이 발전하면 할수록 근로자의 입지는 축소될 수밖에 없다. 회사의 경쟁력을 키우고 새로운 유망 사업영역을 발굴하는 것이 중요하고, 근로자는 새롭게 요구되는 역량을 키우는 것이 중요하다. 변화를 받아들이지 않는다고 해서 세상이 기다려 주지는 않는다. 노조도 근로자가 전향적 자세를 갖추도록 근로자의 4차 산업혁명 교육에 적극 나서야 한다. 기업주와 근로자단체가 함께하는 ‘4차 산업혁명 선도기업 사례 탐방’ 프로그램도 추천할 만하다.

둘째, 근로자 단체가 책임있는 자세로 사측과 함께, 직무변화 크고 일자리 위기에 있는 직종의 근로자들에 대한 재교육에 적극 나서야 한다.

4차 산업혁명 시대에 평생학습은 선택이 아닌 필수이다. 사내 훈련과 정부 지원 훈련을 통해 미래의 산업 환경에 적응해야 한다. 4차 산업혁명 시대의 산업환경은 통섭적 사고력과 노하우가 더욱 필요해지기 때문에 고숙련기술자는 여전히 작업장의 중심에 설 것임에 틀림없다.

근로자가 미래 산업현장에 재배치될 수 있도록 기술도입 로드맵을 노사가 함께 계획하고 실행해 나가야 한다. 근로자와 노조 등 근로자단체도 사측의 기술 도입에 적극 참여하여 기술 도입 과정이 단순히 생산성 향상에만 맞춰지지 않고 근로자 중심의 혁신이 되도록 하여야 한다. 새로운 생산과정에 필요

한 직무가 무엇인지, 필요한 기술과 지식이 무엇인지를 분석하고, 이에 대한 역량을 갖추 수 있도록 노사가 서로 협력하고 제도를 만들어 나가야 한다. 4차 산업혁명과 신기술 도입 이해, 직무재교육 등의 교육훈련 과정을 개설하고, 누구나 교육훈련을 받아 미래 산업현장에 재배치될 수 있도록 하여야 한다.

셋째, 근로자 단체는 4차 산업혁명에 따른 근로생활 전반의 변화를 연구하고 대책을 세움으로써 고용시장 변화에 대응하여야 한다.

근로자는 일자리나 교육훈련 외에도 4차 산업혁명이 근로자의 삶에 어떤 영향을 끼치는지, 그리고 어떻게 근로환경을 개선할 수 있는지 등에도 관심을 가질 필요가 있다. 4차 산업혁명의 기술은 일자리뿐만 아니라 근로자의 고용 형태, 근무방식, 일·가정 양립 등에도 많은 영향을 미칠 것이다. 노조 등 근로자단체는 새로운 노동이슈 등장에 따라 노동법이나 사칙 개정 의견 등을 적극 개진하여 변화의 물결에 근로자가 소외되지 않도록 해야 한다.

제4절 정부의 대응

최근 4차 산업혁명은 기업과 국가가 글로벌 경쟁력을 높이기 위한 추진 전략을 수립하는 데 중요한 모티브로 작용하고 있다. 그런데 한편으로 4차 산업혁명은 고용시장에 소리 없는 위협이 되고 있다는 우려도 많다. 4차 산업혁명이 동전의 양면과 같이 생산성을 높이는 기제가 되는 동시에 일자리에 위협이 될 수도 있다는 것이다.

그러면 4차 산업혁명 기술이 기업의 생산성을 높이는 동시에 노동시장에 충격을 덜 주면서도 새로운 일자리를 창출하는 방법은 없을까? 정부는 산업계와 노동계 사이에서 어떤 역할을 해야 하는가? 저출산·고령화, 생산가능인구 감소 등 인구구조가 변화하고 급격한 기술 진보 환경에서 정부는 국가인적자원 개발에 어떤 정책을 펼쳐야 하는가?

첫째, 기업과 개인이 신산업 영역을 개척하고 새로운 일자리를 창출할 수 있도록 국민의 안전과 위생을 제외한 모든 분야에서 규제를 과감히 철폐하고,

신직업 발굴과 창업 및 창직 활성화를 지원해야 한다.

4차 산업혁명의 특징 중 하나는 플랫폼경제이며, 플랫폼경제하에서는 소수 업체의 독점적 지위가 더욱 강화될 것이기 때문에 우리 기업이 선점할 수 있는 시기를 놓치게 해서는 절대 안 된다. 우리나라 기업이 외국 기업보다 먼저 신산업 영역을 선점하고 경쟁력을 갖추도록 지원해야 한다. 최근 정부에서 4차산업혁명위원회를 출범하면서 ‘규제 샌드박스’를 추진하겠다고 밝힌 점은 바람직한 시도라고 할 수 있다. 규제 샌드박스는 신산업, 신기술 분야에서 새로운 제품, 서비스를 내놓을 때 일정 기간 기존 규제를 면제, 유예하는 제도이다.

또한 신(新)직업, 창업 및 창직 연구를 활발히 하고 새로운 시장이 자리를 잡아 성숙되도록 적극 지원하는 것도 필요하다. 신직업, 창업 및 창직 확산에도 규제 샌드박스가 필요하다. 그리고 메이커스 운동 등 좋은 아이디어를 가진 개인이 창업에 성공할 수 있도록 장소나 설비, 재정, 컨설팅 등 물리적, 재정적, 제도적 지원을 체계적으로 시행하는 것도 필요하다.

둘째, 정부는 급변하는 산업구조 및 노동 환경 변화에 대응하여 노·사·정의 새로운 방향 설정에 중심 역할을 해야 한다.

4차 산업혁명을 추진하는 데 독일의 ‘산업의 미래를 위한 연합(Das Bündnis für Industrie: 독일산업협회, 정부(경제에너지부), 금속노조 3자 합의기구)’과 같은 협의체가 필요하다. 최근 설치된 ‘4차산업혁명위원회’가 이러한 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

셋째, 플랫폼 근로자, 중소기업 근로자 등 경력개발 취약계층 모두가 4차 산업혁명에 대비하여 평생학습을 할 수 있도록 교육훈련 기회를 확대해야 한다.

근로자가 생애 모든 단계에서 교육과 훈련을 하도록 정부에서 자금을 지원해야 한다. 독일의 경우 ‘계속교육의 권리’, ‘개인 근로계좌(돈을 직접 주는 것이 아니라 일정 금액을 근로자 계좌에 입금한 후 근로자는 자유롭게 직업교육이나 창업에 활용)’ 등에 대한 논의가 진행 중이다. ‘평생 교육훈련 바우처’ 즉, 모든 개인에게 일생동안 사용할 수 있는 교육훈련 바우처를 제공하고 개인은 필요한 때에 이 바우처를 전환훈련 비용의 일부로 사용할 수 있도록 지원하는 방안도 검토가 필요하다(이용순 편저, 2016).

넷째, 4차 산업혁명으로 실직하거나 노동시장에서 낙오되는 사람들을 위해 사회안전망을 강화해야 한다.

급격한 노동시장 변화에 대처하지 못하는 것은 개인만의 문제가 아니라 사회의 문제임을 인식할 필요가 있다. 4차 산업혁명이라는 급격한 환경 변화는 개인이 감당하기에는 너무도 큰 파도일 수 있다. 정부는 고용복지 차원에서 맞춤형 교육훈련 프로그램을 근로자 개인 밀착형으로 상담서비스를 제공하고, 노동 수요를 분석하여 유망 훈련과정을 제공할 수 있어야 한다. 또 전직지원서비스를 시행하고, 교육훈련 및 취업 전까지 경제적 지원도 필요하다. 산업 수요 분석을 토대로 유망 직업 및 훈련에 대한 연구 및 정보 제공도 활발히 이루어질 필요가 있다.

다섯째, 근로자들이 미래 역량을 개발할 수 있도록 하는 인프라를 마련해야 한다.

기존 국가직무능력표준(NCS)의 개발 체제를 활용하여 4차 산업혁명 선도 산업현장에서 필요한 직무를 분석하고, 이를 바탕으로 교육훈련과 자격제도에 반영하도록 한다. 현재 4차 산업혁명에 따른 기업 간 변화 속도와 강도는 매우 상이하고, 개별 기업 중심으로 자기 기업에 필요한 훈련프로그램 개발과 재교육이 이루어지고 있기 때문에 산업 전체로의 확산이 더딜 수 있다. 또 기업으로서는 기술 보안상의 이유로 가까운 장래에 필요한 직무와 훈련프로그램의 공개를 꺼릴 수 있다. 따라서 정부가 나서서 산업 공통적으로 필요하고 가까운 장래에 필요한 직무를 분석, 도출하여 훈련과 자격 검정에 반영하도록 할 필요가 있다.

여섯째, 국민들이 다양한 경력개발 루트를 통해 역량을 개발하도록 지원하고, 이를 사회적으로 공정하게 인정하고 대우하는 체제를 구축하여야 한다.

4차 산업혁명 시대에는 이전과 같이 정규교육과정만으로는 현장 중심의 창의적이며 유연한 사고를 가진 디지털 인재를 양성하는 것은 불가능하다. 정규교육과정 외에 다양한 형식·비형식 교육 그리고 현장 경력이 있는 인재가 다양한 방법으로 경력개발을 할 수 있도록 해야 한다. 그리고 이렇게 개발한 역량을 사회적으로 공정하게 인정하고 대우하는 체제 즉, 산업별 역량체계

(SQF)를 구축하고 작동하도록 해야 한다. 이상을 실효성 있게 지원하기 위해서는 근로자 경력개발관리 시스템이 조속히 구축되어야 함은 물론이다.

일급제, 산학일체형 도제학교, 일학습병행제 등 현장 중심 교육훈련에 대한 지원을 강화해야 한다. 또 제조업과 서비스업 융합에 따른 다기능 융·복합 교육훈련을 강화해야 한다.

이를 위해 정부는 근로자 재교육을 시행하고자 하는 기업, 특히 중소기업에 컨설팅을 지원하고, 기업과 교육훈련기관이 연계되도록 기업-교육기관 파트너십 플랫폼을 구축할 필요가 있다. 또한 첨단장비를 활용할 수 있는 공동훈련센터도 확대해야 한다.

주석

- 131) OECD 제18차 인적역량전략자문단회의는 미래의 디지털 세계에 필요한 숙련은 ‘일반적 ICT 스킬(일상 업무에서 활용되는 수준의 기술)’, ‘전문 ICT 스킬(소프트웨어 프로그래밍, 애플리케이션 개발 및 네트워크 운영 등의 전문 기술)’, ‘보충적 ICT 스킬(컴퓨터 기반 환경에서의 업무 수행을 위한 보충적인 기술)’의 세 가지로 구분한다.

참고 문헌

- 권준화(2016). 『독일 스마트공장 현황과 시사점』, IBK경제연구소.
- 기획재정부, 과학기술정보통신부, 문화체육관광부, 산업통상자원부 등(2016), 『가상 현실 산업 육성 추진현황 및 향후계획』.
- 김기선(2016). 「디지털화와 노동 - 디지털 시대 노동의 과제」, 『기술변화와 노동의 미래, 개원 28주년 기념세미나, 2016.9.30』, 한국노동연구원.
- 김동규(2012). 「우리나라의 직업구조 변동 - 한국직업사전 ‘03년판과’ 12년판의 비교를 중심으로」, 『고용이슈』, 제5권 제2호, 한국고용정보원.
- 김동규 외(2016). 『2017 한국직업전망』, 한국고용정보원.
- 김상훈·심우중(2016). 『제조혁신과 소재산업-첨단소재와 3D 프린팅을 중심으로』, 산업연구원.
- 김성혁·이문호·백승렬·김장호·이태영(2017). 『디지털 시대 노동의 대응: 4차 산업혁명 바로보기』, 전국금속노동조합 노동연구원.
- 김세음(2015). 『기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응』, 한국노동연구원
- 류기락(2017). 「4차 산업혁명과 독일의 직업능력개발정책의 변화」, 『제3차 4차 산업혁명 직업훈련 전문가 포럼 자료집』, 고용노동부·직업능력심사평가원.
- 박가열·강경균·김동규·박성원·이랑·황윤하·전효리·손양수(2016). 『2030 미래 직업세계 연구(Ⅲ)』, 한국고용정보원.
- 박기한(2016). 『국내외 로봇산업의 정책 및 산업 동향』, 한국로봇산업진흥원.
- 박진수(2017). 「국내 대기업의 4차 산업관련 기술동향 및 교육동향(POSCO 사례)」, 『제4차 4차 산업혁명 직업훈련 전문가 포럼 자료집』, 고용노동부·직업능력심사평가원.
- 자무엘 그레프 Samuel Greef(2017). 「노동 4.0을 위한 새로운 노동정책 - 독일의 정책 대응」, 『KLI-FES 한·독 컨퍼런스 ‘노동 4.0과 4차 산업혁명’』, 2017.4.6.].
- 산업연구원·한국산업기술진흥원(2016). 『미래 유망 신산업의 시장 및 인력수요 전망』.
- 산업연구원(2017). 「각국의 인공지능(AD) 선점을 위한 개발경쟁 실태 - 한·미·일·중을 중심으로 -」, 『KIET 산업경제 2017년 1월호』.
- 산업통상자원부(2014). 『창조경제 구현을 위한 제조업혁신 3.0 전략』.
- 신산업민관협의회(2016). 『4차 산업혁명 시대 신산업 창출을 위한 정책과제』.
- 신지나·조성배·차두원·최민선·한상기(2016). 『인공지능은 어떻게 산업의 미래를 바꾸는가』, 한스미디어.
- 소프트웨어정책연구소(2015). 『컴퓨터 기술진보와 미래일자리 변화』.

- 여인국(2017). 『4차 산업혁명과 주요핵심기술』, 한국기술진흥원.
- 이강운(2017). 「신성장 인공지능(AI)의 기술과 발전 방향」, 『2017 ICT 산업전망컨퍼런스 자료』.
- 이승민·김정태·정지형·최민석·하원규·송근혜·안춘모(2015). 「ECOsight 3.0: 미래기술 전망」, 『Insight Report 2015-02』, 한국전자통신연구원.
- 이시균 외(2016). 『중장기 인력수급 수정전망 2015~2025』, 한국고용정보원.
- 이용순 편저(2016). 『2030 새로운 미래가 온다 _ 제4차 산업혁명과 평생직업능력개발』, 한국직업능력개발원.
- 이재경(2017). 「글로벌 로봇산업의 현황과 과제」, 『해외경제포커스 제2017-31호』, 한국은행.
- 이재원(2016). 「제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황 중심으로」, 『국제경제리뷰 제2016-24호』, 한국은행.
- 장윤중(2017). 『4차산업혁명, 산업과 고용에 미칠 영향과 전망』, 산업연구원.
- 장윤중 외(2017). 『주요 제조강국의 4차 산업혁명 추진동향 연구』, 경제·인문사회연구회.
- 정민(2017). 「4차 산업혁명에 대한 기업인식과 시사점」, 『VIP리포트』, 현대경제연구원.
- 정보통신정책연구원(2016). 「가상현실(VR) 생태계 현황과 시사점」, 『정보통신방송정책 제28권 7호, 통권 621호』.
- 정진호·허재준·금재호·남성일·이승욱·최강식·박가열(2016). 『일의 미래와 노동시장전략 연구』, 한국노동연구원.
- 조완섭(2015.5.). 『빅데이터와 활용사례』, 발표자료.
- 지능정보사회추진단(2016). 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」. 『미래창조과학부 등 관계부처 합동 정부발표자료』.
- 최강식·조윤애 (2013). 『숙련편향적 기술진보와 고용』, 산업연구원.
- 최재홍(2017). 『4차산업혁명 참여기업별 주요 전략』, 삼성전자뉴스룸.
- 최종우(2017). 「증강현실(AR), 미국 제조업의 새로운 기술로 자리 잡다」, 『KOTRA & KOTRA 해외시장뉴스』.
- 최해욱·최병삼·김석관(2017). 「일본의 제4차 산업혁명 대응정책과 시사점」, 『동향과 이슈 제30호』, 과학기술정책연구원.
- 하원규·최남희(2015). 『제4차 산업혁명』.
- 한국기계연구원 전략연구실(2013). 「글로벌 3D 프린터 산업·기술 동향 분석」, 『기계기술정책』, 2013.09, No.71. 한국기계연구원.
- 한승희(2016.6.15.). 「중국 BAT 투자현황 분석 보고서」, 『Platum』.
- 해양한국(2017.3.31.). 『4차산업혁명시대의 해산산업계(5) 조선업, 스마트십으로 경쟁력강화』.
- 허재준(2017). 『4차산업혁명이 일자리에 미치는 변화와 대응』, 월간노동리뷰.
- 황덕순(2016). 「디지털 기반 사업형태 다양화와 고용형태의 분화」, 『기술분화와 노동

- 의 미래, 개원 28주년 기념세미나, 2016.9.30.], 한국노동연구원.
- IRS Global(2013). 『3D 프린팅(프린터, 소재) 시장, 기술 전망과 국내외 참여업체 사업전략』.
- Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee(2012). “Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing”.
- Autor(2015). “Why are there still so many jobs? The History and Future of Workplace Automation”, Journal of Economic Perspectives, vol.29, no. 3, summer, pp.3-30.
- BMWi(2016). “INDUSTRIE 4.0”.
- Boston Consulting Group(2015). “The shifting economics of global manufacturing: How a takeoff in advanced robotics will power the next productivity surge”.
- Bowles, Jeremy(2015). “The computerisation of European jobs – who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of WEmployment?”.
- DGB(2016). “Arbeitshetze und Arbeitsintensivierung bei digitaler Arbeit”.
- Frey, Carl Benedikt and Michael A. Osborne (2013). “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization,” Oxford Martin School, September.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut(2015). “Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit”, In: Hartmut Hirsch-Kreinsen/Peter Ittermann/Jonathan Niehaus(Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden.
- IFR(2016.). “Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots”.
- IG Metall(2017). “Zu Besuch in der digitalen Fabrik”.
- ILO(2006). “Changing Patterns in The World of Work”, International Labour Conference 95th Session 2006.
- Kurz, Constanze(2015). “Industrie 4.0 – Veränderungen der Arbeit und Handlungsfelder der IG Metall”, ZdA IG Metall.
- Pfeiffer, Sabine(2016). “Soziale Technikgestaltung in der Industrie 4.0”, in: BMAS, Digitalisierung der Arbeit – Werkeft 01.
- Volkswagen(2016). “Die Aukunft der Volkswagengruppe”.
- World Economic Forum(2016). “The Future of Jobs”.
- 国务院(2015). 『国务院关于印发《中国制造2025》的通知』, 国发〔2015〕28号(2015.5.8.).
- 経済産業省(2016). 『新産業構造ビジョン: 第4次産業革命をリードする日本の戦略』.
- 産業構造審議会(2017). 『新産業構造ビジョン 一人ひとりの、世界の課題を解決する日本の未来』, 経済産業省.

연구책임자 김 동 규 (한국고용정보원)
공동연구자 김 중 진 (한국고용정보원)
김 한 준 (한국고용정보원)
최 영 순 (한국고용정보원)
연구조원 최 재 현 (한국고용정보원)

4차 산업혁명 미래 일자리 전망

발행일 2017년 12월 15일
발행인 이재흥
발행처 한국고용정보원
27740 충북 음성군 맹동면 태정로 6
☎ 1577-7114
홈페이지 www.keis.or.kr
조판 및 인쇄 전우용사춘(주)
☎ 02-426-4415

• 본 보고서의 내용은 한국고용정보원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.