

인공지능에 의한 일자리 위험 진단

사무·판매·장치조작 직군 대체 가능성 높아

김건우

인공지능의 비약적인 발전으로 미래 일자리에 대한 우려가 높아지고 있다. 인공지능이 우리나라 일자리에 미칠 영향을 분석해 본 결과 2017년 상반기 기준 전체 2,660만개 중 37%인 990만개가 인공지능으로 대체될 위험이 높은 고위험군으로 나타났다. 직업별로는 사무직, 판매직, 장치조작 등 3대 고위험 직업에 전체 고위험 일자리의 약 80%가 몰려 있는 것으로 나타났으며, 산업별로는 도소매업, 음식숙박업, 제조업 등 3대 고위험 산업에 약 70%가 집중된 것으로 나타났다. 학력별 및 소득별로 보면 중위층의 일자리에서 고위험 비중이 높게 나타나 중산층의 충격이 높을 것으로 보인다. 인공지능에 의한 자동화의 물결은 불과 몇 년 사이에 빠르게 현실화되고 있다. 개인과 기업들은 인공지능으로 인한 경쟁 환경의 변화에 유연하게 대처할 수 있도록 준비할 필요가 있으며, 정부는 인공지능으로 인한 경제 구조의 변화 속에서 구성원들을 포용할 수 있는 교육제도와 복지제도를 마련해야 할 것이다.

1. 인공지능의 노동시장 영향에 대한 기존 연구

인공지능의 비약적인 발전이 노동시장에 가져올 변화가 주목되고 있다. 인공지능 구현을 위한 접근 방법의 변화와 빅데이터에 기반한 급진적인 기술적 성과들이 자동화가 가능한 업무의 경계를 바꾸고 있기 때문이다. 과거에는 사람 고유의 일이라고 여겨졌던 일들이 점점 더 컴퓨터도 할 수 있는 일로 바뀌고 있다.

과거 자동화는 정형화된 업무에 국한

과거 자동화는 명시적인 규칙에 기반하는 정형화된 업무 중심으로 이루어졌다. 미국 MIT대학의 노동경제학자인 데이비드 오토(David Autor) 등이 2003년에 자동화에 따른 노동시장 영향의 분석틀을 제시한 바 있다.¹ 이들은 모든 직업이 과업(task)의 묶음으로 구성되었다고 보고, 단순 반복적인 업무나 일정한 규칙을 따르는 업무가 많은 직업일수록 컴퓨터 프로그램을 통한 자동화 가능성이 크다고 보았다. 자동화할 수 있는 업무에는 장부 기록과 같은 정신 노동뿐만 아니라 컴퓨터로 기계를 제어함으로써 대체 가능한 육체 노동도 포함되었다.

반면, 명시적인 규칙을 따르지 않는 업무는 비정형화된 업무로 정의하고, 자동화가 어려운 것으로 간주하였다. 자동차 운전이나 법률 문서 작성과 같은 업무가 비정형화된 업무에 해당했다. 이러한 업무들은 사람의 경험과 훈련을 통해서 숙련도를 높일 수 있는 특성을 가지고 있으며 컴퓨터 프로그램으로는 구현하기 힘들 것으로 보았다.

인공지능으로 비정형화된 업무도 대체 가능

비정형화된 업무들의 자동화가 어려운 근거로 ‘폴라니 역설’이 제시된다. 폴라니의 역설은 “사람은 말로 표현하는 것보다 더 많이 알고 있다.(We know more than we can tell.)”로 요약할 수 있다. 말로 표현하기 힘든 것은 명시적인 규칙들로 컴퓨터를 학습시키기 어렵다는 의미이다. 자동차 운전과 같이 경험을 통해서 학습하고 상황에 따라 판단하여 대처하는 업무들은 컴퓨터 프로그램으로 작성하는 것이 사실상 불가능하다고 여겨져 왔다.

폴라니 역설(Polanyi's Paradox)은 오랫동안 인공지능 연구자들의 발목을 잡아왔다. 그러나 현재의 인공지능 기술은 폴라니의 역설을 우회함으로써 자동화 가능한 업무의 경계를 무너뜨리고 있다. 컴퓨터가 시행착오를 거치면서 데이터를 학습하고 스스로 알고리즘을 개선해 나가면서 사람과 마찬가지로 경험을 통한 지식 습득이 가능하

¹ Autor, D., Levy, F. and Murnane, R.J. "The skill content of recent technological change: An empirical exploration.", 2003

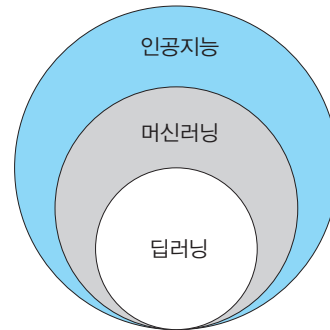
스스로 규칙을 발견하는 인공지능의 부상

최근 인공지능의 부상은 머신러닝의 발전에 기인한다. 머신러닝(machine learning · 기계학습)은 컴퓨터가 데이터를 학습하여 스스로 규칙을 찾는 방법으로 인간의 지능을 구현하는 연구 분야이다. 과거 인공지능의 대표적인 방법이었던 전문가 시스템은 사람이 직접 규칙을 프로그래밍하여 컴퓨터에게 알려주는 방식으로 인공지능을 구현하였다. 반면, 머신러닝은 일일이 코드로 명시하지 않은 동작을 데이터로부터 학습하여 실행할 수 있도록 함으로써 인공지능을 구현한다.

머신러닝이 최근에 각광받게 된 것은 머신러닝 방법론 중에서 딥러닝(deep learning · 심화학습)이 가져온 성과 때문이다. 딥러닝은 1980년대부터 연구자들이 관심을 가져왔던 심층 신경망 이론에 기반한 것으로 인간의 두뇌 작동방식을 모방한 인공지능 구현 방법이다. 최근 빅데이터와 컴퓨팅 파워 향상에 힘입어 오랜 기간 이론 중심으로만 논의되고 있었던 딥러닝이 본격적으로 구현되기 시작하면서 인공지능의 새로운 전기를 이끌고 있다. 딥러닝은 구현 과정에서 비정형화된 데이터를 일일이 손질해야 하는 번거롭고 비용이 많아 드는 과정을 간소화 하거나 건너뛰게 해주었고, 과거의 알고리즘에 비해서 매우 뛰어난 결과물을 산출해 내었기 때문에 다양한 영역으로 빠르게 확산되고 있다. 패턴인식, 자연어 처리 등의 분야에서는 이미 인공지능이 인간의 능력을 능가하거나 근접하는 성능을 보여주고 있다. 양질의 데이터를 확보한 산업에서는 다양한 비즈니스 분야에 인공지능을 도입하고 있다.(차트 2)

인공지능, 머신러닝, 딥러닝의 개념도

1



데이터를 이용한 인공지능 활용 사례(지도학습 기준) 2

| 입력(X) | 출력(Y) | 응용 사례 |
|-------------|-----------|-------------|
| 음성 녹음 | 녹취록 | 음성인식 |
| 과거 시장 데이터 | 미래 시장 데이터 | 주식 트레이딩 봇 |
| 사진 | 사진설명 | 이미지 자동 태깅 |
| 의약품 화학적 성분 | 치료 효능 | 의약품 R&D |
| 매장 거래 데이터 | 사기 거래 데이터 | 이상거래 탐지 |
| 음식 레시피 | 고객 평가 | 음식 추천 |
| 구매기록 | 향후 구매 행동 | 고객 유지 전략 제안 |
| 자동차 위치 및 속도 | 교통 흐름 | 교통 신호등 제어 |
| 얼굴 사진 | 이름 | 안면 인식 |

주 : 지도학습은 입력 데이터와 출력 데이터를 매핑시키는 방식으로 모델을 유지하는 인공지능(머신러닝) 구현 방식
 자료 : E. Brynjolfsson & A. McAfee(2017)

게 된 것이다. 외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작할 수 있는 성능 좋은 인공지능 개발이 가속화되면서 IT서비스, 가전, 자동차, 공장 등으로 적용이 확산되고 있다. 이세돌을 물리친 알파고의 경우 바둑 잘 두는 법을 컴퓨터에 입력하는 방식 대신에 바둑 고수들의 대국 데이터를 컴퓨터가 학습하도록 하여 스스로 승리 전략을 습득하도록 하는 방식으로 구현되었다. 기본적인 실력을 쌓은 이후에는 자기 자신과 수 백만 번 대국하는 강화학습(Reinforcement Learning)을 통해서 인간 고수를 능가하는 실력을 축적할 수 있었다. 이러한 접근 방식은 게임과 같은 가상 환경뿐 아니라 실제 환경에서 상호작용하는 로봇에도 적용되면서 협업 로봇에서부터 자율주행차까지 다양한 분야에서 성과를 내고 있다.²

2 LG경제연구원, '최근 인공지능 개발 트렌드와 미래의 진화 방향', 2017.10

일자리 대체에 대한 연구 결과 엿갈려

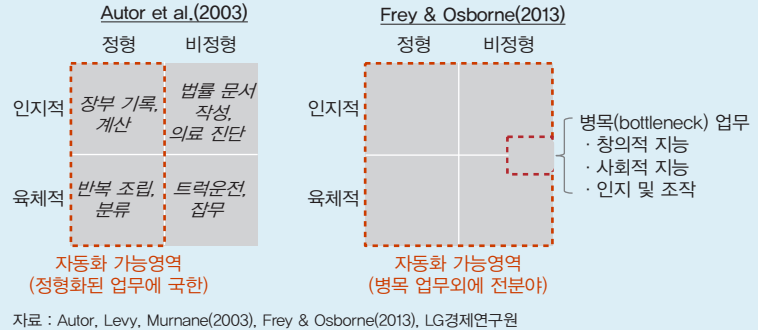
최근 들어 경제학자들 사이에서도 인공지능이 중요한 화두로 등장하였다. 인공지능이 일자리에 미칠 영향에 대한 논의는 2013년 영국 옥스포드 대학의 경제학자 프레이(C. Frey) 교수와 인공지능 전문가 오스본(M. Osborne) 교수가 내놓은 연구 이후 본격화되었다(이하 프레이&오스본). 이들의 연구는 데이비드 오토 등(2003)이 선구적으로 연구한 정형화 업무와 비정형화 업무의

분석틀을 이용하되 여기에서 한걸음 더 나아갔다. 인공지능의 발전으로 대부분의 비정형화된 업무도 컴퓨터로 대체될 수 있다고 본 것이 핵심적인 관점의 변화다. 이들은 10~20년 후에도 인공지능이 대체하기 힘든 업무를 Creative Intelligence(창의적 지능), Social Intelligence(사회적 지능), Perception and Manipulation(인지 및 조작) 등 3가지 병목(bottleneck) 업무로 국한시키고, 이를 미국 직업정보시스템(O*Net)에서 조사하는 9개 직능 변수를 이용하여 정량화하였다. 직업별로 3가지 병목 업무의 비중에 따라서 인공지능에 의한 대체정도가 달라진다고 본 것이다. 프레이&오스본의 분석에 따르면, 미국 노동시장 일자리의 47%가 향후 10~20년 후에 인공지능에 의해서 자동화될 가능성이 높은 고위험군으로 나타났다.³

프레이&오스본의 연구는 전세계 연구자들 사이에서 반론과 재반론을 불러 일으키며 논쟁의 중심에 섰다. OECD(2016)는 프레이&오스본의 연구가 자동화 위험을 과대추

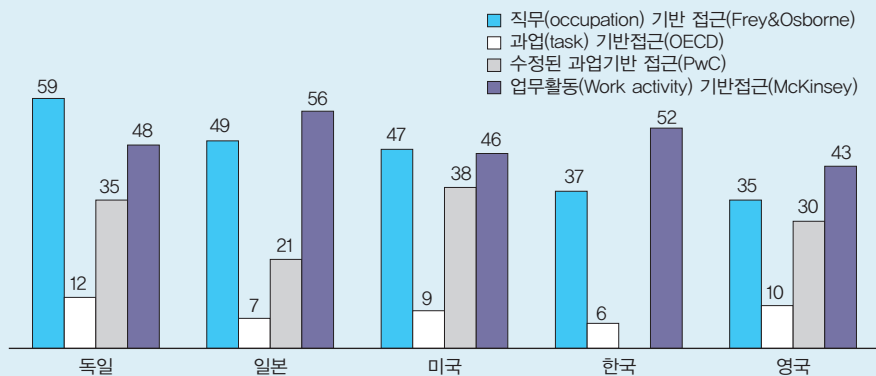
자동화 가능 업무 영역의 확장

3



연구 방법론에 따른 고위험 일자리 비중(%)

4



3 머신러닝에 의한 대체확률이 0.7 이상인 경우 고위험군, 0.3~0.7 미만인 경우 중위험군, 0.3 미만의 경우 저위험군으로 분류하였다.

정하고 있다고 비판하였다. 인공지능이 직업 자체를 대체하기 보다는 직업을 구성하는 과업(task)의 일부를 대체할 것이라는 주장이었다. OECD의 분석에 따르면 미국의 경우 9%의 일자리만이 고위험군에 해당한다고 밝혔다.⁴ 데이비드 오토(2015)는 각 직업에 포함된 개별적인 작업을 기술적으로 분리하여 자동화할 수 있더라도 대면 서비스를 더 선호하는 소비자로서 인해서 완전히 자동화되는 일자리의 수는 제한적일 것이라고 주장하였다.⁵

컨설팅회사 PwC(2017)는 OECD의 방법론이 오히려 자동화 위험을 과소평가하고 있다고 주장하고, OECD의 연구방법을 수정하여 다시 분석하였다. 그 결과 미국의 고위험 일자리 비중이 OECD에서 분석한 9% 수준에서 38%로 다시 높아졌다. 동일한 방법으로 영국, 독일, 일본의 고위험군 비중을 계산한 결과도 OECD의 연구에 비해서 최소 14%p 이상 높은 것으로 나타났다.⁶

매킨지(2017)는 직업별로 필요한 업무활동에 투입되는 시간을 기준으로 자동화 위험을 분석하였다. 분석 결과 모든 업무활동이 완전히 자동화될 수 있는 일자리의 비중은 미국의 경우 5% 이하에 불과하지만, 근로자들이 업무에 쓰는 시간의 평균 46%가 자동화될 가능성이 있는 것으로 나타났다.⁷ 우리나라의 경우 52%의 업무 활동 시간이 자동화 위험에 노출될 것으로 나타났는데, 이는 독일(59%), 일본(56%)보다는 낮고, 미국(46%), 영국(43%)보다는 높은 수준이다.

인공지능에 의한 비관적 시나리오 검토 필요성 높아

인공지능을 비롯한 기술이 일자리에 미칠 영향에 대한 연구결과는 연구 방법론과 데이터에 따라서 다양한 결론에 도달하고 있다. OECD(2016)의 연구와 같이 자동화의 위험이 상대적으로 낮다고 추정하는 연구가 있는 반면, 이를 반박하면서 프레이&오스본과 유사한 결론을 맺는 연구들도 존재한다. 불확실한 미래를 전망함에 있어서 연구자들의 가설과 방법론에 따라서 상이한 결과가 제시되고 있다.

인공지능의 급격한 발전 속도를 고려한다면 자동화 위험이 높은 시나리오를 상정하고 대비하는 것이 바람직하다고 판단된다. 점점 더 많은 연구자들이 인공지능이 고용에 미칠 영향에 대해 우려의 목소리를 높이고 있다. 인공지능이 새로운 일자리를 만들어 내겠지만 기존 일자리가 사라지는 과정에서 직업이동이 어려운 근로자들의 경제적 충격이 심화되고, 경제 전반의 양극화 문제를 확산시킬 수 있다. 비관적인 상황에서도 노동시장의 충격을 흡수할 수 있는 정책과 제도를 고민하는 것이 인공지능으로 인한 사회적 손실을 최소화하고, 기술적인 이점을 누릴 수 있는 방향이 될 수 있다.

4 Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn, "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", 2016.6

5 Autor, D., "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation.", 2015

6 PwC, "Will Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies", 2017.3

7 McKinsey&Company, "A future that works: Automation, Employment, and Productivity", 2017.1

최전선에 있는 경제학자들은 인공지능을 어떻게 보고 있는가?

인공지능은 IT업계뿐만 아니라 경제학계에서도 중요한 연구주제가 되었다. 대표적인 사례로 전미경제연구소(NBER)에서 지난 해부터 시작한 “인공지능의 경제학(The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda)”이라는 연구 프로젝트를 꼽을 수 있다. 노벨 경제학상 수상자를 비롯한 북미의 대표적 경제학자들이 연구진으로 참가하고 있다. 2017년 9월에 토론토에서 개최한 컨퍼런스에서는 연구진들뿐만 아니라 제프리 힌트, 안 레쿤 등의 인공지능 분야의 석학들도 함께 모여서 인공지능이 경제에 미칠 영향에 대해서 논의하였으며, 올해 연구 결과를 모아서 단행본 발간을 앞두고 있다.¹

연구진들은 최종 연구 결과물이 나오기 이전에 컨퍼런스 발표 자료와 연구보고서(working paper)를 공개하고 있다. 이들 경제학자들이 기술로서 인공지능을 바라보는 관점은 한마디로 ‘일반목적기술’이라는 용어로 표현할 수 있다. 일반목적기술(General Purpose Technology)은 산업혁명의 기반 기술이었던 증기기관이나 전기와 같이 경제와 산업 전반에 도입되어

과거에 불가능했던 새로운 경제적 기회를 창출하는 기술을 말한다. 비약적인 발전을 거듭하고 있는 인공지능이 경제 전반에 적지 않은 구조적 변화를 일으킬 수 있을 것이라고 주목하고 있는 것이다.

인공지능이 일자리에 미칠 영향에 대해서는 장기적으로 경제 전반의 생산성을 높여 일자리 수요를 늘려 줄 것이라는 낙관적인 전망도 다수 제시된다.² 그러나 단기적으로 인공지능에 의해서 대체되는 일자리가 광범위하게 발생하면서 소득 양극화를 심화시킬 수 있다는 점 역시 공통적으로 지적된다.³ 인공지능에 의한 단기의 사회적 손실을 최소화하고 장기적인 이득을 구성원 모두가 골고루 누릴 수 있기 위해서는 정책적 선택이 중요함을 강조하고 있다.

2 James Bessen(“AI and Jobs: The Role of Demand”), Austan Goolsbee(“Public Policy in an AI Economy”), Jason Furman(“Should We Be Reassured If Automation in the Future Looks Like Automation in the Past?”) 등이 대표적 저자와 연구들임.

3 Daron Acemoglu, Pascual Restrepo(“Artificial Intelligence, Automation, and Work”), Anton Korinek, Joseph E. Stiglitz(“Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment”) 등이 대표적 저자와 연구들임.

1 Ajay K. Agrawal, Joshua Gans, Avi Goldfarb, “The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda”, 2018

2. 인공지능이 우리나라 노동시장에 미치는 영향

인공지능이 일자리에 미치는 영향이 클 것으로 예측했던 프레이&오스본의 연구를 국내 노동시장에 적용해 보았다. 미국 직업 기준으로 도출한 직업별 대체확률을 우리나라의 직업분류코드에 매칭시켜 우리나라 일자리의 대체확률을 구한 다음, 최신 고용 데이터를 이용하여 인공지능에 의한 자동화 위험에 노출된 일자리의 분포와 특성을 분석해 보았다.⁸

자동화 위험은 직업별로 다양하게 분포

프레이&오스본에서 도출한 직업별 대체확률을 우리나라 직업별로 변환하면 차트 5와 같다. 우리나라 423개 직업(세분류 기준)의 대체확률 분포를 나타낸다. ‘관리자’와 ‘전문가 및 관련 종사자’의 경우 대체확률이 낮은 부분에 직업들이 많이 분포해 있는

8 국내에서도 한국노동연구원(2015)에서 유사한 방법을 이용하여 연구한 사례가 있으나 본 연구와는 직업 매칭 방법이 다름. 해당 연구에서는 미국의 직업전망자료와 직종별 고용통계를 참조하여 미국의 직업별 업무 내용과 일치하는 직업을 우리나라 직업사전에서 찾아서 매칭시키는 방식을 이용하여, 직업 소분류 기준 132개(전체 149개 중 89%가 분석에 포함), 세분류 기준 301개(전체 428개 중 70%가 분석에 포함)가 분석에 포함.

본 연구의 분석방법

프레이&오스본의 연구는 앞으로 인공지능으로 대체되기 힘든 업무를 크게 3가지 범목업무로 꼽고, 이들 업무의 비중이 높은 직업은 컴퓨터로 대체되기 힘든 직업, 반대로 낮은 직업은 컴퓨터로 대체되기 쉬운 직업으로 상정하였다. 저자들은 미국 직업 데이터를 대상으로 세분류 기준 702개 직업 중 컴퓨터로 대체 가능성 여부가 명확한 70개 직업에 대해서 사전적으로 0(대체 불가) 혹은 1(완전 대체)의 극단적인 확률을 부여하여 지도학습으로 모형을 만든 다음 전체 직업에 대한 전산화 확률(Probability of Computerization · 이하 대체확률)을 추정하였다.

본 연구에서는 주요국을 대상으로 분석한 기존 연구들과 같이 미국과 동일한 직업일 경우 대체확률이 동일할 것임을 가정하고, 미국의 직업분류와 한국의 직업분류를 연계하는 방법으로 인공지능이 한국 노동시장에 미칠 영향을 살펴보았다. 구체적인 분석 방법은 아래와 같다.

1. 프레이&오스본이 미국 노동시장을 대상으로 도출한 대체확률을 미국 표준직업분류(SOC)와 국제노동기구(ILO)의 국제표준직업분류(ISCO) 연계표를 이용해서 국제표준직업분류 기준으로 전환
2. 국제표준직업분류와 한국표준직업분류(KSCO) 연계표를 이용하여 한국표준직업분류 세분류 기준 423개 직업의 대체확률로 전환(전체 426개 직업 중 프레이&오스본 연구에서 제외한 군인 관련 3개 생략)
3. 한국기준으로 전환한 대체확률을 지역별 고용조사 마이크로 데이터와 매칭시켜 직업별, 산업별, 학력별 등 일자리 특성별로 자동화 위험에 노출된 일자리 현황 분석(직업, 산업은 소분류까지만 파악이 가능하여 세분류 대체확률을 147개 직업 소분류별로 평균하여 계산한 것을 이용)

것을 알 수 있다. 다만, 관리자와는 달리 ‘전문가 및 관련 종사자’ 중에서는 대체확률이 1.0에 가까운 직업들도 있는 것으로 나타난다. ‘사무 종사자’와 ‘판매 종사자’, ‘장치, 기계조작 및 조립 종사자’의 경우 예외적인 몇 개의 직업을 제외하면 대부분 직업의 대체확률이 0.5 이상을 넘어서는 것으로 나타났다. 한편, ‘농림어업 숙련 종사자’의 경우에는 대체확률이 0.6~0.8 사이에 몰려 있는 것으로 나타나며, ‘서비스 종사자’와 ‘기능원 및 관련 기능 종사자’의 경우에는 대체확률이 비교적 고르게 분포한다.

직업별 대체확률 분포



주 : 세분류 기준 423개 직업의 대체확률별 분포
자료 : Frey & Osborne(2013), LG경제연구원

인공지능에 의한 자동화 위험이 높은 상위 20대 직업과 하위 20대 직업은 차트 6과 같다. 자동화 위험이 가장 높은 직업은 통신서비스 판매원, 텔레마케터, 인터넷 판매원 등과 같이 온라인을 통한 판매를 주요 업무로 하는 직업들이다. 관세사, 회계사와 세무사 등도 자동화 위험이 높은 상위 20대 직업에 포함되어 있어 전문직에서도 업무 내용에 따라서는 인공지능에 의한 자동화 위험에서 자유롭지 못한 것으로 나타났다.

반면, 인공지능에 의해서 대체되기 힘든 직업은 보건, 교육, 연구 등 사람간의 상호 의

자동화 위험이 높은 직업과 낮은 직업 상위 20개

6

| 자동화 위험이 높은 상위 20대 직업 | | | 자동화 위험이 낮은 하위 20대 직업 | | |
|----------------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------------|-------|
| 분류코드 | 직업명 | 대체확률 | 분류코드 | 직업명 | 대체확률 |
| 5302 | 통신서비스 판매원 | 0.99 | 2440 | 영양사 | 0.004 |
| 5303 | 텔레마케터 | 0.99 | 2411 | 전문 의사 | 0.004 |
| 5304 | 인터넷 판매원 | 0.99 | 2591 | 장학관 · 연구관 및 교육 관련 전문가 | 0.004 |
| 8922 | 사진인화 및 현상기 조작원 | 0.99 | 1312 | 교육 관리자 | 0.007 |
| 2714 | 관세사 | 0.985 | 1331 | 보건의료관련 관리자 | 0.007 |
| 3125 | 무역 사무원 | 0.985 | 2521 | 중고등학교 교사 | 0.008 |
| 3142 | 전산 자료 입력원 및 사무 보조원 | 0.980 | 2545 | 학습지 및 방문 교사 | 0.009 |
| 3132 | 경리 사무원 | 0.970 | 2221 | 컴퓨터시스템 설계 및 분석가 | 0.011 |
| 5220 | 상품 대여원 | 0.970 | 2523 | 특수교육 교사 | 0.012 |
| 8212 | 표백 및 염색 관련 조작원 | 0.970 | 2420 | 약사 및 한약사 | 0.012 |
| 8222 | 신발제조기 조작원 및 조립원 | 0.970 | 1390 | 기타 전문서비스 관리자 | 0.014 |
| 8324 | 고무 및 플라스틱 제품 조립원 | 0.970 | 2542 | 컴퓨터 강사 | 0.014 |
| 8912 | 가구조립원 | 0.970 | 2489 | 기타 종교관련 종사자 | 0.017 |
| 8919 | 기타 목재 및 종이 관련 기계조작원 | 0.970 | 2481 | 성직자 | 0.017 |
| 9991 | 구두 미화원 | 0.970 | 2321 | 화학공학 기술자 및 연구원 | 0.017 |
| 3201 | 출납창구 사무원 | 0.965 | 2392 | 섬유공학 기술자 및 연구원 | 0.017 |
| 3126 | 운송 사무원 | 0.960 | 2393 | 가스에너지 기술자 및 연구원 | 0.017 |
| 8211 | 섬유제조 기계조작원 | 0.960 | 1311 | 연구 관리자 | 0.018 |
| 2712 | 회계사 | 0.957 | 2311 | 건축가 및 건축공학 기술자 | 0.018 |
| 2713 | 세무사 | 0.957 | 2341 | 환경공학 기술자 및 연구원 | 0.018 |

자료 : Frey & Osborne(2013), LG경제연구원

사소통이나 고도의 지적 능력이 필요한 직업이었다. 특히, 영양사(대체확률 0.004), 의사(0.004), 교육 관련 전문가(0.004), 성직자(0.017), 공학 기술자 및 연구원(0.017) 등이 매우 낮은 수준의 대체확률을 보였다.

사무 · 판매 · 장치조작 종사자 일자리 대체 위험 높아

우리나라 직업을 기준으로 전환한 직업별 대체확률을 국내 고용데이터와 결합하여 분석해 보면 자동화 위험에 따라 얼마나 많은 일자리들이 분포하는지 살펴볼 수 있다. 고용 데이터로는 지역별 고용조사의 최신 마이크로 데이터(2017년 상반기)를 이용하였다. 지역별 고용조사는 전국 약 20만 가구를 표본으로 조사하는 통계로 직업별, 산업별로 소분류 기준으로 상세한 고용현황을 파악할 수 있다.

분석 결과 우리나라 노동시장 일자리의 37%가 자동화 고위험군으로 나타났다. 2017년 상반기 기준 전체 취업자 약 2,660만명 중에 3분의 1 이상인 986만명이 향후 인공

지능에 의해서 대체될 가능성이 높은 일자리에 종사하고 있는 것으로 나타났다. 대체확률 0.3에서 0.7 이하의 중위험군은 전체 취업자의 44%인 1,180만명, 대체확률 0.3 미만의 저위험군은 18%인 491만명으로 나타났다.

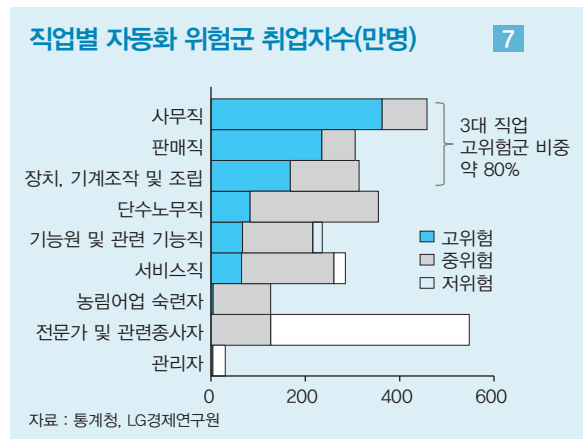
자동화 위험도는 직업에 따라서 편차가 크다. ‘전문가 및 관련 종사자’의 경우에는 취업자 547만명의 77%에 해당하는 421만명이 저위험군 일자리로 구성되어 있다. 전산업의 저위험군 취업자수는 491만명인데, 이중 86%의 일자리가 ‘전문가 및 관련 종사자’에 몰려 있는 것이다. 반면, 고위험군 일자리는 전체의 약 80%에 육박하는 776만명이 ‘사무 종사자’, ‘판매 종사자’, ‘장치, 기계조작 및 조립 종사자(이하 장치 조작 종사자)’ 등에 분포하고 있다. 이들 직업은 3대 고위험 직업이라고 부를 수 있을 만큼 인공지능에 의한 자동화 위험이 집중되어 있다.

사무 종사자는 경영 지원 혹은 사무 보조 성격의 업무들이 자동화 위험에 취약하다. 사무 종사자의 소분류 직업을 살펴보면, 경영관련 사무원(고위험군 234만명), 회계 및 경리 사무원(78만명), 비서 및 사무 보조원(26만명), 고객 상담 및 기타 사무원(17만명) 등이 사무 종사자 고위험군의 98%를 차지했다.

전통적으로 ‘화이트 칼라’를 상징했던 사무 종사자의 업무는 인공지능 기술 확산에 따른 로봇틱 프로세스 자동화(Robotic Process Automation)의 영향을 크게 받게 될 것이다. 최근 인공지능을 이용한 가상의 비즈니스 로봇이 서류 분석, 보고서 작성, 메일 회신, 인사 채용, 성과 지급 등을 자동화하는 로봇틱 프로세스 자동화(RPA) 솔루션을 도입하는 기업들이 늘어나고 있다. IBM은 기업 사무직 업무의 63%가 RPA로 대체될 수 있을 것으로 전망하고 있다. RPA를 도입한 기업들은 기존의 인력들을 감축하거나 보다 창의적이고 부가가치가 높은 업무로 새롭게 배치할 유인이 높기 때문에 직능 향상을 위한 재교육 프로그램, 이직 및 전직 지원 프로그램 등에 대한 수요가 높아질 것으로 예상된다.

판매 종사자는 매장 판매 종사자(197만명), 방문노점 및 통신 판매 관련 종사자(38만명)들이 고위험군의 대부분을 구성하고 있다. 인공지능의 발전에 따라 ‘아마존 고(Amazon Go)’와 같은 무인 매장이 확대되고, ‘챗봇’, ‘인공지능 상담원’ 등이 콜센터의 고객상담 업무를 대신할 것으로 전망되는 상황이다.

장치 조작 종사자는 산업용 기계 조작이나 컴퓨터를 이용한 기계제어, 운송장비 운전 등의 작업을 하는 이른바 ‘블루 칼라’ 종사자들이다. 운전 관련 직업은 중위험군인데

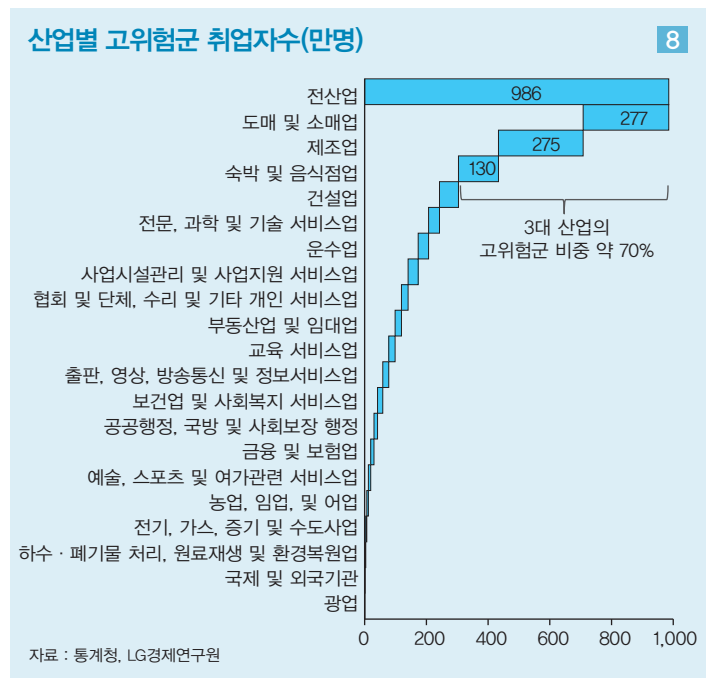


반해서, 기계 조작 및 제어, 조립에 해당하는 168만명이 고위험군에 해당하는 것으로 나타난다. 점점 더 많은 제조업 공정이 인공지능 제어 스마트팩토리로 진화해 갈 것으로 전망되고 있다. 제조업 자동화로 조작 및 조립 종사자에 대한 기업의 수요가 감소하는 대신 스마트팩토리 운영에 필요한 인공지능, IoT, 클라우드 등과 관련된 지식 중심 노동 수요가 늘어날 전망이다.

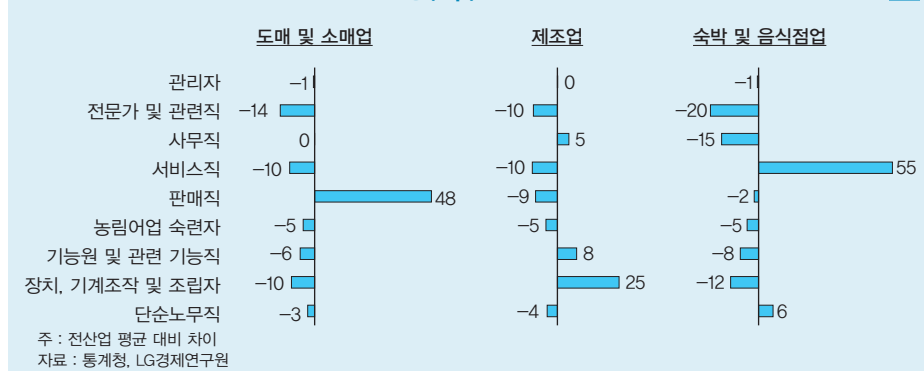
도소매업, 숙박음식점업, 제조업 등 3대 산업의 고위험 일자리 비중 70%

직업별로 살펴본 고위험 취업자 분포를 산업별로도 나누어 살펴 보았다. 그 결과 고위험군 취업자 986만명의 약 70%가 ‘도매 및 소매업’, ‘제조업’, ‘숙박 및 음식점업’ 등 이른바 3대 고위험 산업에 몰려있는 것으로 나타났다. 3대 고위험 산업이 전체 고용에서 차지하는 비중이 40%로 높은 편인데다가, 고위험군 비중도 산업 평균에 비해서 높은 결과다.

‘도매 및 소매업’은 취업자 377만명 중 74%(277만명)가 고위험군에 속한다. 이어서 ‘제조업’ 취업자 444만명의 62%(275만명), ‘숙박 및 음식점업’ 취업자의 57%(130만명)가 고위험군에 해당하는 것으로 나타났다. 도매 및 소매업의 고위험군 비중이 높은 이유는 판매종사자의 비중이 전체 산업 평균에 비해서 48%p 높기 때문이다. 제조업의 경우에는 고위험군인 장치, 기계조작 및 조립종사자, 기능원 및 관련 기능 종사자 등 생산직의 비중이 높을 뿐만 아니라, 자동화 위험이 높은 사무직의 비중도 평균보다 5%p가



3대 리스크 산업의 직업별 취업자 비중(%p)



높다. 숙박 및 음식업의 경우에는 서비스 종사자의 비중이 전체 평균 대비 55%p 높았고, 이 중에서도 고위험군인 음식서비스 종사자가 다수를 차지하는 것으로 나타났다.

‘도매 및 소매업’과 ‘숙박 및 음식점업’이 자동화 고위험 산업으로 나타난 것은 주시해 볼 필요가 있다. 이들 산업은 제조업 등 여타 산업에 비해서 기술 혁신의 영향에서 비교적 영향을 덜 받는 산업이었고, 더불어 이른바 ‘지역 상권’을 대표하는 산업으로서 수요와 공급이 지리적으로 제약된다는 것이 특징이었다. 오프라인 매장에서 사람과 사람의 상호작용을 통해 서비스가 공급되는 것이 이들 산업의 주된 영업 방식이기 때문이다.

그러나 이러한 내수 서비스 산업들도 앞으로는 자동화의 영향을 크게 받을 수 있다. 과거에는 사람의 개입이 필요했던 업무들이 인공지능의 도움으로 자동화될 가능성이 커졌기 때문이다. 영상 인식, 음성 인식, 자연어 처리 등에서 인공지능이 두각을 나타내면서 컴퓨터와 사람의 의사소통이 보다 쉽고 정확해지고 있다. 더불어 센서, 로봇 기술 등의 발전으로 가상세계와 현실세계의 접점도 넓어지는 추세다.

서비스업의 교역재화로 일자리 해외유출 우려

주요국에서 빠르게 확산되고 있는 무인화 바람은 앞으로 지역 상권의 일자리를 위협할 주요 원천이 될 것이다. 이미 미국의 오프라인 유통 사업자들은 최대 전자상거래 기업 아마존에 밀려 파산하거나 사업 규모를 축소하고 있다. 아마존은 인공지능을 이용한 상품 추천, 로봇을 이용한 창고 자동화 등 지속적인 혁신을 통해서 유통업을 장악하고 있으며, 최근에는 아마존 고(Amazon Go), 드론 배송 등 무인 매장, 무인 배송 서비스로 영향력을 확대해 나가는 중이다. 중국에서도 ‘신소매 유통’이라고 불리는 오프라인 매장의 디지털화가 빠르게 나타나고 있다. 24시간 무인 편의점인 ‘빙고박스(BingoBox)’를 비롯하여, 알라바바의 ‘타오카페(Tao Cafe)’, 식품업체 와하하의 ‘테이크고(TakeGo)’ 등 온라인, 오프라인을 막론하고 다양한 유통업체들이 무인 점포 시장에 뛰어들고 있다. 국내에서도 무인 편의점이 시범 서비스를 시작하였고, 스마트폰 간편 주문 및 결제, 키오스크 등을 통해서 서비스 업무를 자동화하는 범위가 점점 더 확대되고 있다.

서비스업의 자동화가 확산되면 교역이 쉽지 않은 것으로 여겨졌던 서비스업도 ‘교역재’의 성격을 가지게 된다. 인공지능에 의해서 자동화된 서비스의 특정 업무는 인터넷을 통해서 어디에서든 공급이 가능하다. 지역 상권을 넘어 시외나 해외에서도 경쟁 사업자들이 등장할 수 있는 것이다.

예를 들어, 오프라인 매장의 무인화는 안면인식 기술과 같은 인공지능과 스마트폰을 이용한 모바일 결제 등이 결합된 무인 점포 솔루션을 통해서 이루어진다. 이러한 디지털 솔루션들은 기존 클라우드 서비스와 같이 해외에 위치한 서버를 통해서도 원격

으로 공급될 수 있다. 오프라인 매장의 무인화는 지역 매장에 종사하는 취업자들의 일자리를 감소시키는 동시에, 대체 서비스의 공급이 해외에서 이루어는 경우에는 일자리 유출이 발생하는 효과도 나타날 수 있다.

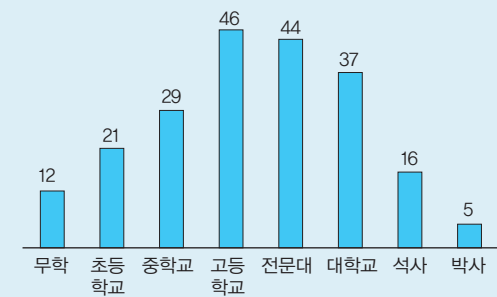
중산층이 인공지능에 의한 자동화에 더 크게 영향을 받을 전망

교육이나 소득 수준 측면으로 나누어 볼 경우 중위계층의 고위험군 비중이 높은 것으로 나타난 것도 주목할 만한 점이다. 교육 수준별 고위험군 비중은 고졸 46%, 전문대졸 44%, 대졸 37% 순으로 높게 나타났다.(차트 10) 학력별로 직업 분포를 살펴보면, 고졸~대졸에 3대 고위험 직업의 비중이 45% 이상으로 높게 나타난다. 반면 학력이 낮아질수록 농림어업 숙련직과 단순노무직의 비중이 높은 것으로 나타났으며, 학력이 높을수록 관리자와 전문직의 비중이 비례하여 높은 것으로 나타났다.(차트 11)

소득 수준별로도 중간 소득 수준의 고위험군 비중이 상대적으로 높게 나타났다. 월평균 소득 수준이 200~300만원인 취업자의 고위험군 비중이 가장 높았다. 200~300만원을 기점으로 소득이 낮거나 높은 경우 모두 고위험군 비중이 낮아지는 것으로 나타났다.(차트 12) 소득수준별 직업 분포도 학력 수준별 직업 분포의 패턴과 유사하다. 고위험군 비중이 높았던 중간소득에서 3대 리스크 직업의 비중이 약 50%에 육박하며 높은 것으로 나타났다. 반면, 소득이 낮을수록 농림어업 숙련직과 단순노무직의 비중이 높은 것으로 나타났으며, 반대로 관리자와 전문직의 비중이 소득 수준에 비례하여 높아

교육수준별 고위험군 비중(%)

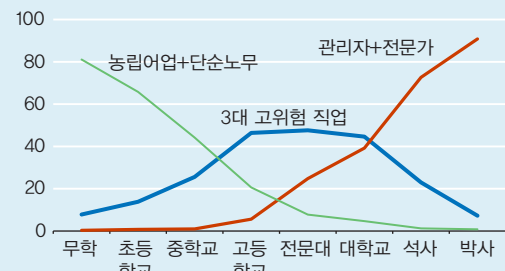
10



자료 : 통계청, LG경제연구원

학력별 직업 분포(%)

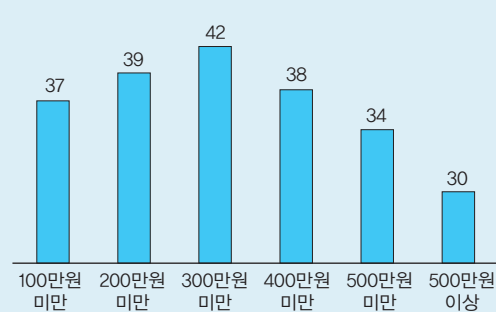
11



주 : 3대 고위험 직업은 사무, 판매, 장치 조작종사자
자료 : 통계청, LG경제연구원

소득수준별 고위험 취업자 비중(%)

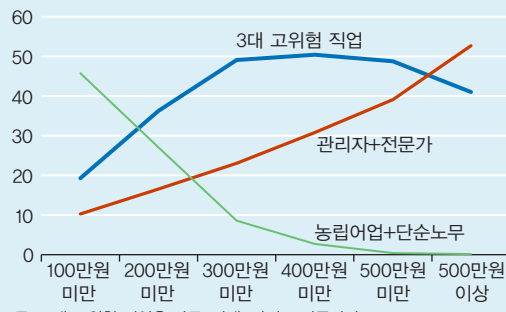
12



자료 : 통계청, LG경제연구원

소득수준별 직업 분포(%)

13



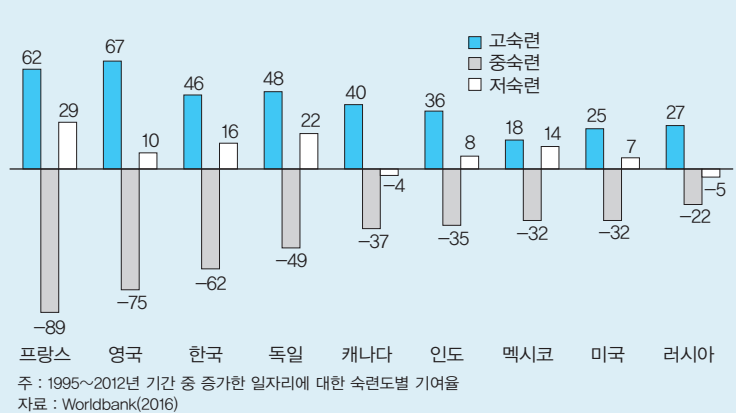
주 : 3대 고위험 직업은 사무, 판매, 장치 조작종사자
자료 : 통계청, LG경제연구원

지는 모습이었다.(차트 13) 인공지능에 의한 자동화의 위험이 과거의 기술과 마찬가지로 향후에 중산층에 영향이 클 것임을 보여주는 결과다.

이미 정형화된 일자리를 컴퓨터가 대체하는 과정에서도 중숙련 일자리의 비중이 크게 감소하면서 노동시장의 양극화가 심화된 바 있다.⁹ Worldbank(2016)에 따르면, 90년대 중반 이후 대부분의 국가들에서 고숙련 일자리가 증가하고, 저숙련 일자리가 증가하거나 소폭 감소

하는 동안, 중숙련 일자리의 비중은 크게 감소한 것으로 나타난다. 인공지능의 발전으로 비정형화된 업무까지 자동화될 경우에도 중산층이 가장 큰 영향을 받게 된다면, 사회의 양극화 문제가 훨씬 더 심해질 우려가 있는 것이다.

기술 숙련도별 일자리 증가 기여율 변화(%p)



3. 미래 일자리 변화의 의미와 시사점

인공지능에 의한 자동화의 물결은 아직 초기 단계이다. 무인 매장, 무인 창고 등 일부 산업에서는 서서히 현실화되는 조짐이 관찰되고 있지만, 산업 전반에서 인공지능의 상용화는 아직 멀었다고 보는 견해도 있다. 그러나 최근 수년간 인공지능의 비약적인 발전 속도를 고려한다면 안심할 수는 없는 상황이다. 이미 기존 산업계의 이슈가 되고 있는 ‘우버화(Uberization)¹⁰’나 ‘아마존 효과(Amazon Effect)¹¹’의 기저에는 방대한 데이터를 분석하여 상품을 추천하거나 수요자와 공급자를 매칭하고, 수요를 예측하는 머신러닝 알고리즘의 활용이 자리잡고 있다. 앞으로 영상인식, 음성인식, 자연어 처리 등의 발전과 함께 인공지능이 IoT(사물인터넷), 로봇 등과 결합하게 되면 인공지능의 도입이 산업 전반으로 확산될 것이다.

인공지능이 우리나라 일자리에 미칠 영향을 분석해 본 결과 우리나라 일자리의 셋 중 하나 이상이 자동화될 가능성이 높은 고위험군으로 나타났다. 특히 3대 고위험 직업과 3대 고위험 산업에 자동화 위험이 70% 이상 몰려 있는 것으로 나타났다. 전통적으로 자동화의 영향이 컸던 제조업, 블루칼라 근로자뿐만 아니라 화이트 칼라 근로자나

9 Acemoglu, D. and D. Autor, "Skills, Tasks and Technologies : Implications for Employment and Earnings", 2010

10 공유경제를 대표하는 차량 공유 서비스인 우버(Uber)에서 기인한 용어로 온라인 플랫폼이 전문종개인을 대신하여 거래를 주선하고 수요자의 요청에 따라 공급자가 직접 재화나 서비스를 제공하는 경제활동의 확산 현상을 말함.

11 미국 아마존이 영위하는 전자상거래의 영향력이 확대됨에 따라 전통 소매 산업이 위축되고, 고용과 물가 등 거시경제에도 영향을 미치는 현상을 말함.

지역 상권의 서비스업 일자리도 인공지능에 의한 자동화에 크게 노출되어 있다. 학력, 소득이 중간계층일 경우에 상대적으로 자동화 위험이 높게 나타난 것도 특징이다.

인공지능에 의한 자동화 위험이 특정 직업이나 산업, 계층에 집중된 것은 앞으로 중요한 도전과제가 될 수 있다. 대규모 구조적 실업이 특정 직업과 산업에서 나타날 우려가 있기 때문이다. 새로운 산업들이 탄생하여 양질의 일자리들이 창출될 경우에도 한 편에서는 실업, 양극화 문제가 부각되면서 사회적 비용이 확대될 수 있는 것이다.

인공지능의 확산이 점점 더 가시화되고 있는 상황에서 개인들은 인공지능을 업무에 보완적으로 활용할 수 있는 직업 능력을 개발해 나갈 필요가 있다. 인공지능의 발전에도 불구하고 여전히 남아 있을 인간 고유의 능력은 향후에는 더욱 귀한 자원이 될 것이다. 프레이&오스본의 연구에서 병목 업무로 상정한 창의력, 대인관계 역량 등이 대표적인 예이다. 이러한 고유의 능력에 인공지능을 활용할 수 있는 능력이 결합한다면 인공지능 시대에도 여전히 각광받는 직업을 유지할 수 있을 것이다. 한편, 프레이&오스본의 연구가 신규 창출되는 일자리보다는 대체될 수 일자리를 중심으로 연구하였다는 점도 참고할 필요가 있다. 다수의 일자리가 자동화 위험에 노출되어 있는 상황이지만, 새로운 산업의 수요에 맞게 직업 이동이 가능할 수 있다면, 일자리에 대한 우려는 줄어든 수 있을 것이다.

기업은 인공지능 시대를 대응할 수 있는 유연한 조직 구조를 마련해 나갈 필요가 있다. 컴퓨터의 학습에 활용될 방대한 데이터를 축적한 기업들이 인공지능을 무기 삼아 이종 산업에 진출함으로써 ‘아마존 효과’가 유통업과 관련 없는 산업에도 언제든지 확산될 수 있는 상황이다. 인공지능을 활용하여 생산성을 높이고 고객에게 새로운 가치를 창출할 수 있는 기업과 그렇지 못한 기업간의 명암이 더욱 뚜렷해질 수 있는 것이다. 인공지능 기반의 업무 자동화를 효과적으로 활용할 수 있는 인력 구성과 배치가 필요하다. 나아가 미국 IT기업 텔 창업자인 마이클 텔 회장이 직관적으로 표현했듯이 “인공지능이 로켓이라면 데이터는 이를 추진하는 연료”이다. 인공지능 활용에 필수적인 데이터 확보에 대한 고민도 선행되어야 한다.

정부는 인공지능으로 인한 사회적 이득과 손실이 전 구성원에게 골고루 분배될 수 있는 제도적 장치를 준비 해야 한다. 이미 선진국에서는 기본소득, 로봇세(자동화세) 등 새로운 자동화 흐름에 대한 대응 논의를 확대해 나가고 있다. 인공지능이 일자리에 본격적으로 영향을 미치기 전에 교육정책과 노동정책, 복지정책의 개선에 나설 필요가 있다. 기술혁신이 빠르게 전개된 이후에는 교육과 직업훈련의 유효성이 제한적일 수 밖에 없기 때문이다. 또한 학교와 직장이 보다 긴밀하게 연계된 평생 학습체제를 마련하고, 인공지능에 의한 일자리 충격을 흡수할 수 있는 복지제도가 뒷받침되어야 할 것이다. www.lgeri.com



본 보고서에 게재된 내용이 LG경제연구원의 공식 견해는 아닙니다. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 출처를 명시하시기 바랍니다.