

요약

인공지능 등 주요 핵심기술 10년 내 보편화 교육개혁·공공 신기술 활용·법제도 정비 필요

4차 산업혁명, 용어 실효성 논란 있지만 ‘기술변화 유의미’ 공감대

과거 세 번의 산업혁명은 각각 증기기관, 전기, 디지털 기술이 변화의 동력이었고, 산업 영역에 국한하지 않고 정치, 사회, 문화 전반에 걸쳐 큰 변화를 가져오는 계기로 작동했다. 산업혁명이란 말은 19세기 중반 독일의 경제학자이자 철학자인 프리드리히 엥겔스가 최초로 사용했고, 이후 영국의 역사학자 아놀드 토인비가 본격적으로 개념화했다. 최근에는 미국의 미래학자 제레미 리프킨과 스위스의 경영학자 클라우스 슈밥이 새로운 산업혁명에 대한 논쟁에 참여했다.

4차 산업혁명이란 발달된 정보통신기술이 다양한 형태의 산업과 공공부문 그리고 시민 생활에 활용되면서 발생하는 모든 변화로 이해되고 있다. 기술변화에 대해서는 많은 전문가들이 다양한 전망을 내놓았다. 에릭 브린올프슨, 앤드류 맥아피, 돈 탭스콧, 에릭 슈미트, 제러드 코언 등은 기술변화가 앞으로 우리 사회를 긍정적으로 변화시킬 수 있을 것으로 전망했다. 반면 니콜라스 카는 정보통신기술이 우리에게 미칠 악영향과 위험에 대해 경고했으며, 로버트 솔로우는 이른바 ‘생산성 역설(productivity paradox)’을 통해 디지털 기술이 노동생산성 향상에 기여하고 있다는 실증적 증거가 존재하지 않는다고 주장하기도 했다.

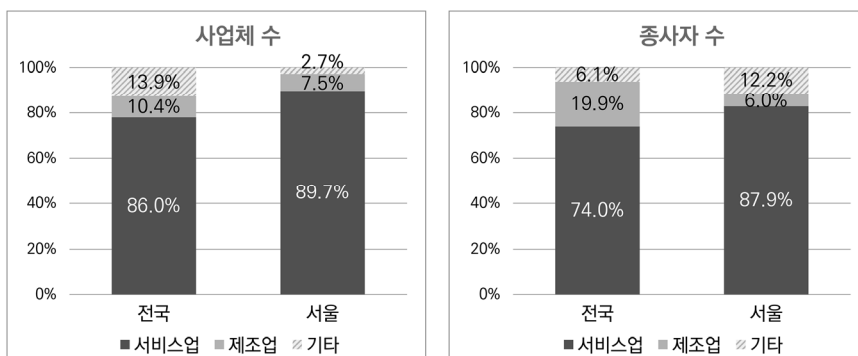
4차 산업혁명이란 표현은 우리나라를 제외한 다른 나라에서는 크게 주목받지 못하고 있고, 국내에서도 용어의 실효성을 둘러싸고 논쟁이 일고 있다. 하지만 기술의 변화가 유의미하고 우리 사회에 미칠 영향이 크다는 점에 대해서는 많은 국내외 전문가들이 동의하고 있다. 기술변화의 영향으로 우리가 주목하는 것은 일자리의 미래에 관한 것이다. 프레이와 오스본(2013)은 직종별로 과학기술의 발전에 따라 자동화에 의해 대체될 위험을 계량화했다. 그 결과 텔레마케터, 세무대리인, 보험조정인, 스포츠 심판, 법률비서, 레스토랑 종업원 등의 직업이 자동화에 따른 대체 위험성이 높은 것으로 나타났다. 또한 현재 미국 내 모든 직업의 약 47%가 향후 20년 이내에 자동화로 대체 위험에 처할 수 있다는 결론을 도출했다.

서울시 산업구조, 신기술 관련 업종 비중 커 4차 산업혁명에 유리

전국사업체조사, 서비스업조사, 광업·제조업조사 자료를 바탕으로 서울시 산업구조를 파악하고 전국과 비교했다. 우리나라의 서비스업은 사업체 수 기준으로 전체의 86.0%에 달하고, 종사자 수 기준으로 74.0%에 달한다. 서울시의 경우 서비스업은 사업체 수 기준으로 서울시 전체의 89.7%, 종사자 수 기준으로 서울시 전체의 87.9%에 달해 전국 평균에 비해 서비스업의 비중이 더 높다. 또한 서비스업의 증가 추세와 제조업의 감소 추세도 서울에서 더 뚜렷하게 나타나고 있다.

서비스업 중 매출액 기준으로 비중이 큰 업종을 살펴보면 ‘출판·영상·방송통신 및 정보서비스업’이 39.4%로 가장 컸으며, 그 다음으로 ‘보건업 및 사회복지서비스업’ 17.4%, ‘부동산 및 임대업’ 12.6% 순으로 나타났다. 세부 업종별로는 출판업이 17.5%로 가장 컸고, 그 다음으로 보건업(15.1%), 부동산업(11.1%), 컴퓨터 프로그래밍 시스템 통합 및 관리업(10.0%) 순이었다. 종사자 수를 기준으로 서울시 상위 5대 제조업을 살펴보면 ‘의복·의복액세서리·모피 제조업, 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비 제조업, 인쇄 및 기록매체 복제업, 의료·정밀·광학기기·시계 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업’의 순서로 종사자 수가 많은 것으로 나타났다.

서울시에서 중요한 비중을 차지하는 업종인 출판·영상·방송통신 및 정보서비스업과 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비 제조업 등은 신기술의 기반이 되는 산업이고, 보건업 및 사회복지서비스업과 의료·정밀·광학기기·시계 제조업 등은 4차 산업혁명의 신기술이 적용되기 용이한 산업이므로 서울시는 4차 산업혁명에 유리한 산업구조를 지니고 있는 것으로 판단된다.



[그림 1] 서울 및 전국의 산업구조 현황 비교

4차 산업혁명 대응 정부대책, 종합적 성격... 한국적 특성은 없어

우리나라 정부는 지능정보기술의 확산으로 우리 사회가 맞이할 혁신적인 변화상을 분석하고, 새로운 가치 창출과 경쟁력 확보를 위해 2016년 12월 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’을 수립하였다. 종합대책에서는 기술, 산업, 사회 분야로 나누어 정책 방향과 전략과제를 제시하였다. 기술 부문에서는 기업들이 자체 기술력과 데이터, 네트워크 인프라를 확보하여 세계시장에서 경쟁력을 갖추는 것을 목표로 했고, 산업 부문에서는 공공 및 민간 산업 전반에 지능정보기술의 도입을 활성화하는 것을 목표로 했다. 사회 부문에서는 사회의 변화상을 반영하면서도 복지·교육·고용 제도를 통해 국민 모두가 소외되지 않고 인간다운 삶을 누릴 수 있도록 사회정책과 제도를 정비하는 것을 목표로 설정했다.

정부가 4차 산업혁명에 대응하기 위한 국가 전략으로 제시한 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’은 정보통신기술로 인해 발생할 변화에 대응하고, 양적·질적인 국가 발전을 위한 종합적인 내용을 포함하고 있다. 또한 종합대책에서는 기술변화를 국가 전반에 영향을 미치는 일반 현상으로 이해한 흔적을 찾을 수 있다. ‘지능정보사회 중장기 종합대책’은 기술과 관련된 정책 이슈를 포괄적으로 다루는 종합대책의 성격을 띠고 있지만, 한국적 특성을 고려한 특징적 요소가 없다는 것이 단점으로 지적될 수 있다.

獨 ‘산업 4.0’·美 ‘스마트아메리카 챌린지’, 4차 산업혁명 대표정책

한편 4차 산업혁명과 관련된 해외의 대표적 정책사례로 독일의 ‘산업 4.0’과 미국의 ‘스마트아메리카 챌린지’가 거론된다. ‘산업 4.0’은 독일 하노버 박람회에서 독일의 제조업 진흥을 목적으로 제창한 정책 슬로건으로, 현재는 제조업을 중심으로 한 산업의 새로운 트렌드로 이해되고 있다. 독일은 제조업 경쟁력을 강화하기 위한 국가적인 노력을 꾸준히 해왔으며, 산업 4.0은 더 포괄적인 국가 기술 전략인 ‘10-point 계획’의 일환으로 하이테크 전략 10대 프로젝트의 하나로 수립되었다.

산업 4.0의 네 가지 원칙은 다음과 같다. 첫째, 인간과 기계의 ‘상호 운용성(Interoperability)’은 기계, 장비, 센서, 사람이 사물인터넷(Internet of Things)이나 사람인터넷(Internet of

People)을 통해 서로 충분히 소통함으로써 기계의 장점을 극대화함과 동시에 인간의 적절한 노동 역할을 모색함을 의미한다. 둘째, ‘정보의 투명성(Information Transparency)’은 디지털 플랫폼 모델과 센서 데이터를 이용해 실제 세계의 가상 복사본을 만들 수 있는 능력을 의미한다. 이는 정보의 투명한 공개와 공유가 디지털 세계뿐만 아니라 현실 세계에까지 확대하는 것을 가능케 한다. 셋째, ‘기술의 지원(Technical assistance)’은 정보를 종합, 시각화해서 인간의 의사결정과 문제 해결을 돕고, 힘들고 위험하거나 더러운 일을 기계가 사람 대신 해줌으로써 인간을 돕는다는 것을 의미한다. 넷째, ‘분산 결정(Decentralized decisions)’은 모듈 간 목표가 상충하는 예외적인 상황을 제외한 모든 경우에 가상물리체계(CPS)가 가능한 한 자율적으로 결정한다는 원칙을 의미한다.

독일의 ‘산업 4.0’을 둘러싸고 다양한 논의와 함께 비판적 의견도 존재한다. 하지만 학문으로서의 과학기술과 이를 활용하고자 하는 산업계와의 적절한 조화, 인간에게 이로운 기술의 발전 방향, 변화된 노동 환경에서 노동의 의미를 재정립하기와 같은 주제들은 기술과 관련된 거시적 국가 발전 방향을 제시하는 데 있어 심도 있는 사회적 논의를 필요로 한다. ‘산업 4.0’은 단순한 실적지상주의의 산물이 아닌 이러한 사회적 논의의 성과물로, 국가 발전의 중요 요소인 과학기술을 대하는 독일의 철학을 종합적으로 반영한 거시적 국가전략이라는 점에서 의의가 있다.

한편, 미국은 오바마 정부 시절 정보통신기술을 활용해 국민의 일상생활에 실질적인 이익을 주는 것을 목적으로 하는 ‘스마트아메리카 챌린지(SmartAmerica Challenge)’ 프로젝트를 마련했다. 이 프로젝트는 스마트홈/건축, 기후/환경, 재난, 산업, 교통, 헬스케어, 보안, 에너지 등 총 8개 분야를 대상으로 개발 프로젝트를 발굴하고자 했다. 이를 위해 미국 내 65개 이상의 기업, 정부 기관(agency), 연구소를 모아 국민의 생활 개선과 관련된 총 12개의 프로젝트 팀을 출범시켰으며, 해당 프로젝트마다 CPS 개발 작업의 성과를 구체적으로 보여줄 수 있는 시스템이나 프로토타입, 파일럿 모형 등 다양한 상품을 만들었다.

스마트아메리카 챌린지는 민간기업의 경쟁력과 우수하고 풍부한 전문 인력을 바탕으로 시민들의 생활에 밀접한 각종 서비스들을 IoT, 인공지능 등 첨단 정보통신기술을 활용해 구현함으로써 ‘4차 산업혁명 시대’라는 구호에 어울리는 미국의 역량을 보여준 사례로 평가할 수 있다.

인공지능, 금융·의료·법률 등 전문 지식산업 분야에서 다양한 활용

인공지능 연구는 최근 기계학습 분야, 특히 딥러닝 분야에서 괄목할 만한 기술의 진보로 인해 다시 주목받고 있다. 특히 최근에 소개되고 있는 인공지능 기술의 사례는 업무 생산성과 삶의 질 향상에 기여하게 되리라는 낙관적 기대와 함께, 가까운 시일 내에 현재 인간의 일자리를 상당 부분 대체할 수도 있다는 우려를 낳으면서 사회적 관심을 끌고 있다.

기계학습이란 인간의 학습과정을 모방하여 데이터를 통해 스스로 문제 해결 방법을 찾아내는 기술이다. 오랜 시간에 걸쳐 꾸준히 진화해 온 패턴인식 기반기술의 발전과 인터넷의 보급으로 인해 폭발적으로 증가한 데이터, 그리고 다양한 언어로 된 텍스트 데이터가 축적됨에 따라 빠른 속도로 발전한 통계적 자연어 처리(statistical natural language process) 기술들이 최근의 눈부신 발전에 기여했다. 기계학습 분야에서 특히 주목받고 있는 기술은 인간의 뇌 구조를 모방한 인공신경망(ANN, artificial neural network) 모형이며, 그 중 인공신경망을 구성하고 있는 요소 중 하나인 은닉층을 여러 겹으로 확장한 것이 딥러닝이다.

인공지능 기술은 현재 기계학습과 딥러닝 기술을 중심으로 활발하게 연구되고 있으며, 특히 구글, 페이스북, 마이크로소프트 등 글로벌 ICT 기업이 투자에 열을 올리고 있다. 또한 현재 인공지능은 금융, 유통, 의료, 법률 등 전문적인 지식 산업 분야에서 다양하게 활용되고 있으며, 기술도 빠르게 확산되는 추세이다.

사물인터넷, 스마트 홈·카·시티 중심 급성장 중…일부기능 상용화

통신 기능을 갖춘 기기인 사물인터넷의 생태계는 물리적 특성으로 인해 제조업 등 다른 산업에 미치는 파급력도 큰 것으로 평가된다. 시스코, 맥킨지, 가트너 등 해외 주요 시장조사 기관들은 향후 10년 내 사물인터넷 시장이 작게는 약 2조 달러, 크게는 10조 달러 이상의 규모까지 성장할 것으로 예상한다.

사물인터넷은 스마트홈, 스마트카, 스마트시티 분야에서 연구개발되고 있으며, 일부 기능은 상용화되기도 했다. 스마트홈은 가정에서 쓰이는 기기들이 통신망에 연결되고 지능화되어 새로운 서비스를 제공하는 기술(전해영, 2016)이다. 우리가 생활하는 데에 필요한 청소, 요리, 조

명, 환기 등을 쉽게 하도록 해주는 스마트 가전이나 홈 오토메이션, 보안성을 높여주는 홈시큐리티, 에너지 절감 등을 통해 경제성을 높여주는 스마트 그린홈, 우리에게 즐거움을 제공하는 홈엔터테인먼트 등 다양한 가치를 창출하는 산업들이 존재한다.

스마트카는 정보통신기술이 접목된 지능형 자동차로, 사고위험을 줄이고, 에너지 효율성을 높이며 그 밖에 각종 지능화된 기능들을 통해 운전자나 승객의 만족을 극대화시킬 수 있는 차량을 말한다. 세부적으로 커넥티드카와 자율주행차가 있다. 스마트시티는 도시의 다양한 영역에서 ICT 인프라를 활용하여 부가가치를 창출하는 도시를 의미하며 스마트 헬스케어, 스마트 교통, 스마트 그리드 등의 유형들이 있다(전해영, 2016).

전문가들 “미래에 가장 큰 영향력 가질 핵심기술 1위는 인공지능”

이 연구에서는 4차 산업혁명 핵심기술의 발전 전망과 효과, 이에 대응하기 위한 정책방향을 도출하기 위해 총 30명의 전문가를 대상으로 델파이조사를 실시하였다. 대다수의 응답자(75%)들은 4차 산업혁명의 유효성과 중요성에 동의했으며, 4차 산업혁명이 특히 우리나라에서 크게 관심을 끌게 된 배경으로 사회적 요인(71.6%), 정치적 요인(13.6%), 산업과 관련된 요인(12.3%) 등을 선택했다. 전문가들은 미래에 가장 큰 영향력을 갖게 될 핵심 기술로 인공지능을 꼽았고, 그 다음으로 ‘사물인터넷’, ‘로봇공학’, ‘블록체인’ 등을 들었다.

[표 1] 주요 기술들의 잠재 영향력에 대한 전문가 예상 순위

순위	핵심기술
1위	인공지능
2위	사물인터넷
3위	로봇공학
4위	블록체인
5위	무인운송수단

인공지능 활용 기능의 실현가능 예상 시점을 질문한 결과 전문가들은 이미지인식, 추상화, 언어 이해 분야는 평균 2022년~2026년, 감정노동, 자율행동, 자발적 지식획득 분야는 평균적으로 2029년~2032년 사이에 실현 가능할 것으로 예측하였다. 사물인터넷 기술 활용 분야의 실현가능 시점을 질문한 결과 스마트홈 분야는 평균 2023년, 스마트카와 스마트시티는 2027년으로

예측하였으나, 표준편차는 스마트시티(5.62)가 스마트카(3.93)보다 높은 것으로 나타났다.

4차 산업혁명이 사회에 미칠 영향을 긍정적 영향과 부정적 영향으로 구분해 질문한 결과, 순기능에서는 1) 삶의 편의성, 안전성 증대, 2) 새로운 일자리 창출, 일자리 질 상승, 3) 소규모 기업의 빠른 성장 기회 제공 순으로 응답이 많았다. 역기능에서는 1) 데이터-기술 격차에 따른 양극화 발생, 2) 윤리적 문제 발생과 법·제도적 대응 미비, 3) 인공지능의 영향력 확대에 인한 사회적 문제 야기 순으로 응답이 많았다.

4차 산업혁명의 순기능을 촉진하기 위한 정책으로는 교육을 선택한 응답이 가장 많았으며, 공공 부문 관련 정책, 법·제도 개선, 기업 생태계 조성 등이 뒤를 이었다. 역기능을 막기 위한 정책으로는 법·제도 개선이 가장 많은 응답을 보였고, 그 다음으로 정보 데이터 정책, 교육, 기업 생태계 순으로 응답이 많았다. 중앙정부와 서울시의 역할에 대한 질문에서는 중앙정부의 경우 연구개발 투자 확대가, 서울시의 경우 일자리 문제 해결이 가장 중요한 정책이라는 응답이 가장 많았다.

[표 2] 4차 산업혁명 대비를 위한 중앙정부 및 서울시의 역할에 대한 전문가 의견

우선순위	중앙정부의 역할	서울시의 역할
1위	연구개발 투자 확대	일자리 문제 해결
2위	창업 지원 및 기업 육성	창업 지원 및 기업 육성
3위	일자리 문제 해결	ICT 신기술의 공공부문 도입

교육정책 · 공공부문 · 법제도 · 기업생태계 측면에서 맞춤형 정책 필요

지금까지의 연구 결과를 바탕으로 4차 산업혁명에 대응하기 위한 서울시의 정책 방향을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 4차 산업혁명을 고려한 교육정책의 개혁이 필요하다. 4차 산업혁명 대비 교육정책에서 고려할 교육은 크게 세 가지로 볼 수 있는데, 직업교육, 인재양성교육, 신기술 활용 교육이 그것이다. 직업교육은 일자리가 사라지는 것에 대한 대응 방안으로서의 교육 프로그램이다. 인재양성교육은 4차 산업혁명의 기반이 되는 기술 경쟁력을 확보하기 위해 과학기술과 정보통신 분야의 전문성을 갖춘 인재를 중장기적으로 육성하기 위한 것이다. 특수목적 고등학교의 인재 육성 기능을 강화하고, 중장기적으로 연구성과 향상에 기여할 수 있는 방향으로 이공계 대학교육을 개선하는 내용이 포함된다. 마지막으로, 신기술 활용 교육은 일반 시민 전

체를 대상으로 누구나 신기술을 친숙하게 활용할 수 있도록 도와주기 위한 교육이다. 특히 기술 접근성이 상대적으로 취약한 노인과 장애인, 빈곤계층의 디지털 기술 활용 교육을 강화하는 내용의 교육 프로그램을 포함시키고, 기술 변화에 따라 교육 내용 또한 빠르게 변화시키는 노력이 병행되어야 한다.

둘째, 공공부문에서의 신기술 활용 정책이 필요하다. 유용한 신기술과 이를 기반으로 한 미래형 서비스들은 공공부문에서 먼저 도입함으로써 서비스를 제공할 수 있는 국내 기업들에게 좋은 기회를 제공하고, 신기술의 저변 확산을 국가가 도와주는 계기로 삼을 수 있다. 다만 이러한 공공 서비스들은 시장프로세스에 의한 검증과정이 생략되는 만큼 전문 인력을 활용한 철저한 검증이 필요하다. 공공부문에서 신기술을 도입하기 위한 효과적인 방법은 제한된 지역에서 시범사업을 실시하는 것이다. 수요조사와 기술 적합성 조사를 거쳐 적용 기술에 대한 구상이 구체화되면, 리빙랩 등 제한된 공간에서 벗어나 단계적으로 적용 범위를 확대하고, 마지막으로 테스트 성과에 대한 피드백을 접수하고, 일반 시민을 대상으로 선호도 조사를 실시해 적용 여부를 최종적으로 판단한다.

셋째, 관련 법·제도의 정비가 필요하다. 신규서비스의 도입을 가로막는 각종 규제가 존재하는 이유는 특정 집단이 자신들의 이익을 보장받기 위함인 경우가 많다. 그렇기 때문에 작은 규제 하나를 철폐하거나 개선하는 데에도 많은 저항이 따른다. 법·제도의 개선을 위해서는 이로 인해 영향을 받을 수 있는 당사자들을 모아 향후 대책을 포함해 충분한 합의를 도출하는 과정이 필요하다. 특히 4차 산업혁명의 신규서비스 도입은 다른 이들에게는 자신의 직업이 위협받는 사건이 될 수도 있으니, 규제 개혁을 성공시키기 위해서는 의견수렴 단계에서 매우 고통스러운 과정을 겪을 수 있음을 이해할 필요가 있다. 또한 개인정보 규제, 소득 재분배에 대해서도 사전에 기준을 마련해야 한다.

넷째, 기업과 관련해서는 크게 시장 독과점 폐해를 방지할 수 있는 경쟁정책과 창업이 활발히 일어날 수 있는 건전한 기업 생태계를 조성하기 위한 창업정책이 강조될 수 있다. 먼저, 플랫폼 사업자의 독점을 견제할 수 있는 법적, 제도적 장치 마련이 필요하다. 다음으로 공정거래를 관리하고, 대중소기업 간 상생을 촉진할 수 있는 제도를 마련해야 한다. 데이터 윤리의 확립과 데이터에 대한 공공성 강화는 데이터를 보유한 기업의 의무를 엄격하게 정함으로써 실현할 수 있다. 역동적인 기업 생태계 조성을 위해서는 스타트업에 대한 지원을 강화할 필요가 있다. 특히, R&D 투자에 있어 현재보다 더 파격적인 지원이 필요하다. 다만 R&D 정책과 관련된 역할은 중앙정부가 담당하는 것이 적절하다는 전문가들의 의견이 다수이므로, 서울시는 기업정책에 있어 창업에 초점을 맞추는 것이 바람직하다.