

국가지능화 특집

세계 경제를 움직이는
AI의 세 가지 힘이승민 • todtom@etri.re.kr
기술정책연구본부

침체와 저성장이라는 경제 양상이 뉴노멀이 될 것인가, 아니면 새로운 모멘텀이 등장하여 세계 경제를 성장시킬 것인가? 본 보고서에서는 후자의 관점에서 AI 기술과 경제성장의 관계를 조망해보기로 한다. 세계 경제를 이끌었던 생산요소는 시대에 따라 변해왔다. 농업 시대에는 토지가, 산업시대에는 자본과 노동이 생산성 향상의 핵심 수단이었다. 제4차 산업혁명으로 대표되는 미래사회에는 AI가 생산성 향상의 가장 중요한 역할을 할 것으로 보인다. 흔히 AI가 전기에 비유되는 것은 AI를 '전구'가 아니라 '새로운 전력'으로 바라봐야 한다는 의미를 내포하고 있다. 새로운 전력은 '인식지능(Perception Intelligence)'을 넘어 '자율지능(Autonomous Intelligence)', '증강지능(Augmented Intelligence)', '혁신지능(Amplified Innovation)'이라는 세 가지 힘에서 나온다. 이들 힘은 기존 범용기술과 달리 자본, 노동, 총요소생산성 등의 생산요소를 질적으로 변화시킨다. AI의 외적 가능성에 대한 불확실성이 높아진 지금, 생산성 향상에 직접적으로 영향을 미치는 기술 경로가 인공지능에 의해 새롭게 만들어지고 있음을 주목해야 할 것이다.

* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

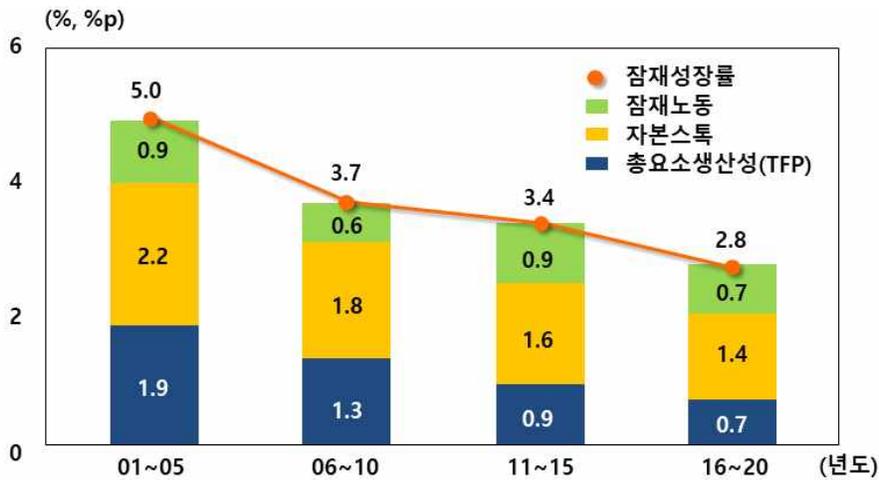


1 경제성장은 끝났는가?

21세기 들어 세계 경제의 성장세가 둔화되고 있다. 특히 미국, 유럽 등 선진국들은 향후 10년간 잠재성장률이 1.4% 수준에 머물 것으로 전망된다.¹⁾ 잠재성장률이 낮아지고 있는 것은 2008년 금융위기 이후 투자 저하로 인한 자본축적 감소, 고령화로 인한 노동생산성 감소, 총요소생산성(TFP)²⁾ 약화 등이 원인으로 지적되고 있다.

우리나라의 경우, 2000년대 초반 5% 내외에 달하였던 잠재성장률은 2010년대 들어 3% 초중반으로 하락하였으며, 2016~2020년 기간에는 3% 아래로 떨어지고 있다. 잠재성장률 하락의 주요 원인은 총요소생산성(TFP)과 자본축적이 감소하고 있기 때문이다. 금융위기 전후로 비교해보면 노동의 기여도가 비슷한 수준을 유지한 것과 달리, 총요소생산성과 자본의 기여도는 크게 하락한 것으로 나타난다. 2010년 전후로 노동, 자본 등 생산요소의 양적 증대를 통한 한국 경제의 성장이 한계에 부딪혔다는 주장이 대두되는 이유다. 우리나라 경제를 성장시키기 위해서는 생산요소의 질적 변화를 통한 생산성 향상이 필요하다.

그림 1 한국 경제의 잠재성장률 요인별 기여도(생산함수 접근법 기준)³⁾



※ 출처: 김도완 외(2017)

이와 같은 세계적인 저성장 기조가 유지되고 있는 가운데 최근 인공지능(AI)이 세계 경제를 성장시킬 새로운 모멘텀이 될 수 있다는 전망이 발표되고 있다. McKinsey, PWC 등의 글로벌 시장기관을 중심으로 AI를 통한 생산성 향상을 이룰 수 있다는 낙관적 주장이 대표적이다.⁴⁾ 그러나 이들 기관에서 분석한 보고서에는 AI로 인한 경제성장에 대한 이론적

1) 세계은행(2018.1.), 2018년 세계경제전망(Global Economic Prospects).
 2) 본 보고서에서 총요소생산성(TFP)은 자본과 노동 등 생산요소로 설명되지 않는 잔차를 의미함
 3) 김도완 외(2017.8), 우리 경제의 잠재성장률 추정, 한국은행.
 4) McKinsey(2018), Modeling the impact of AI on the world economy, PWC(2017), Sizing the prize.

근거가 부족하다. 반면, AI를 새로운 생산요소로 바라보고, AI가 어떻게 경제성장을 가져올 수 있는지를 경제학적 관점에서 분석한 Accenture 보고서⁵⁾는 주목할 만하다. AI가 기존 생산요소의 질적 변화를 통해 생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있다는 구체적인 논리에 바탕을 두고 있기 때문이다. Accenture는 노동생산성을 산출하기 위해 AI가 인간과 독립적으로 수행할 수 있는 업무 능력을 새로운 생산요소로 간주하였다. 동 보고서에서는 2013년 Frey & Osborne 논문⁶⁾에서 제시한 업무 기반 자동화 가능성을 AI 업무 수행능력으로 가정하고 생산성 향상을 추정하였다.

그러나 2013년 이후 AI 기술발전은 전문가들의 예상을 벗어났고, AI는 인간을 보완하고 대체할 뿐만 아니라 산업 자체를 완전히 없애거나 새롭게 만들기도 한다. 즉, AI 영향력이 기존 연구에서 가정한 것보다 훨씬 광범위하게 진행되고 있다. 또한, 최근까지도 Frey & Osborne 연구의 업무 자동화 대체 가능성에 대한 반론과 이론적 논쟁은 계속되고 있다. 따라서 AI를 새로운 생산요소로 볼 것인가에 대한 논의 이전에, AI가 생산성에 미치는 구체적인 확산 경로를 확인하는 일이 필요하다. 본 보고서에서는 최근의 기술발전을 고려하여 AI의 어떤 기술적 특성이 기존 생산요소의 질적 향상을 가져올 수 있는지를 밝히고자 한다. AI와 생산요소의 관계⁷⁾를 파악하는 일은 생산성 향상을 통한 경제성장을 실현하는 구체적 해법을 제공하기 때문이다.

2 경제성장과 AI의 세 가지 힘

본 장에서는 AI 기술이 기존 생산요소에 영향을 미치는 세 가지 기술적 힘에 대해 알아보기로 한다. AI의 범용성은 자본투자로 인한 설비와 건물을 자율화하고(Autonomous Intelligence), 인간과 협업하여 노동생산성을 증강시키며(Augmented Intelligence), 기술이 혁신하는 방식을 근본적으로 혁신(Amplified Innovation)하는 등 기존 생산요소가 생산성에 미치는 과정을 근본적으로 바꾸고 있다.

1. 자율지능: Autonomous Intelligence

AI 기술은 점점 자율화된다. 정해진 패턴을 인식하고 반복하는 자동화와 달리 자율화는 새로운 환경에 적응하며 성장한다. 자율화의 기술 수준은 다양하게 정의될 수 있으나 중요한 점은 시간이 지남에 따라 성능이 개선된다는 것이다. AI는 SW 자체만으로도 작동하지만, SW 알고리즘이 센서, 기기, 기계, 건물 등 물리적 시스템(HW)에 내재화(embedded)되고 체화(embodied)되는 방향으로 발전한다(그림 2 참조). AI는 받아들이는 데이터 종류에

5) Mark Purdy and Paul Daugherty(2016), Why Artificial Intelligence is the future of growth, Accenture.

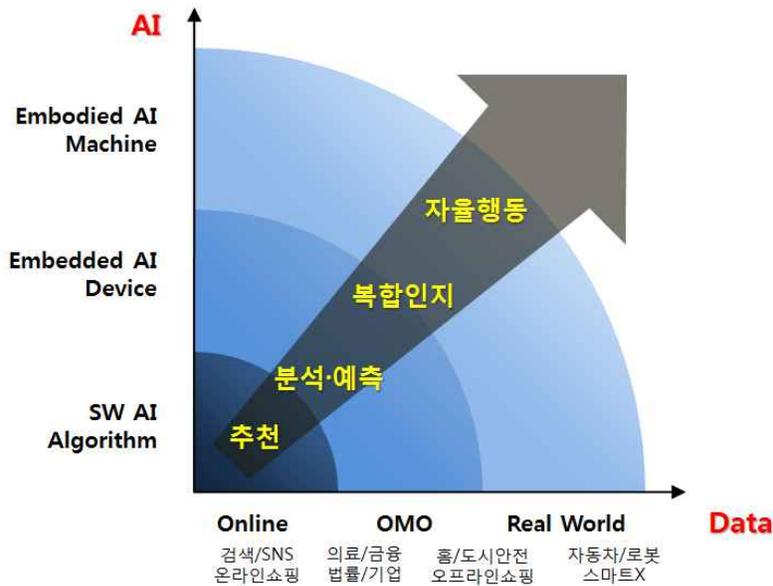
6) Frey, Carl Benedikt and Osborne, Michael A.(2013.09.17.), The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?.

7) 본 보고서에서는 Solow의 성장론에서 주장하는 자본과 노동 등 생산요소와, 이것으로 설명되지 않는 잔차로 정의되는 총요소생산성(TFP)를 중심으로 AI와 경제성장의 관계를 살펴보기로 한다.



따라 다양하게 반응한다. 즉, 인간과 자연스럽게 상호작용하고, 주변 상황을 고려하여 얼굴 인식, 맥락인식, 자가학습, 자율 최적화⁸⁾ 등을 통해 스스로 판단하며 행동한다. 그리고 성장한다. Gartner가 2018년, 2019년 10대 전략기술 가운데 하나로 선정한 ‘자율 사물 (Autonomous Things)’은 자율지능을 가진 사물(HW)이다.

그림 2 AI 발전 방향



※ 출처: 저자 작성

그렇다면 AI의 자율성은 어떠한 방식으로 생산성에 영향을 미치는가? 첫째, 자본 투자로 구입하거나 구축한 장비, 시설, 건물, 프로세스⁹⁾ 등이 자율지능과 결합되면, 이들 스스로 무엇인가를 생산한다. 즉, 자본재의 질적 변화가 자본스톡을 획기적으로 증가시키게 된다. 자율지능은 온라인 쇼핑, 의료, 금융, 안전 등 일상생활뿐 아니라 제조공정과 심해·우주 탐사 등에서도 활용될 수 있다. 자율지능은 자본이라는 생산요소의 의미를 완전히 바꾸고 있다. 둘째, AI는 인간에게는 비교적 쉬운 육체노동과 지적업무의 생산성을 획기적으로 높일 수 있다. 물류창고 로봇과 SW 상담원 등이 대표적이다. Deloitte에 따르면¹⁰⁾, AI 기반 스마트팩토리에 투자한 기업들은 최근 3년간 노동생산성이 평균 12%, 공장 설비 가동률 11%, 제품 생산성은 10% 향상된 것으로 나타났다. 특히, 전체 공장의 지능화를 추진한 상위 18% 기업은 생산성 향상이 20%에 이르렀고, 공장 자산의 지능화로 인해 운영상 이익이 최소 27% 이상 증가한 것으로 분석했다. AI를 새로운 생산요소로 바라봐야 한다는 주장¹¹⁾도 기존 산업혁명을 이끈 신기술에서는 볼 수 없었던 ‘자율화’라는 기술적 특성에 기인한다.

8) 우버의 dynamic pricing 가격 책정 방식이 대표적 예

9) 최근 크게 주목받는 RPA(Robotic Process Automation), Self-optimization 등이 대표적 예

10) Deloitte(2019), 2019 Deloitte and MAPI Smart Factory Study.

11) Accenture는 이를 Intelligent Automation으로 정의하고 독립된 생산요소로 다루고 있음

2. 증강지능: Augmented Intelligence

증강지능(Augmented Intelligence)은 “인공지능(Artificial Intelligence)이 인간을 단순히 보조하거나 완전히 대체할 수 있다”는 극단적 주장과 달리 인간의 지능을 강화한다는 점을 강조하기 위해 사용된 개념이다. 지금까지 컴퓨터가 인간을 도와 특정 업무를 빠르고 많이 처리할 수 있었다면, AI는 인간과 협업하여 의사결정을 돕고 복잡한 데이터 간의 상관관계로부터 새로운 해결책을 제시할 수 있다는 것이다.¹²⁾

본 절에서는 증강지능을 크게 분석지능과 창작지능으로 구분하여 노동생산성과 연관성을 살펴보기로 한다.¹³⁾ 첫째, 데이터 분석은 지금까지 중요한 AI 영역으로 간주되지 않았다. 그러나 Tractica¹⁴⁾에 따르면, 2018년부터 2025년까지 누적된 데이터를 기준으로, AI SW 시장에서 영상인식과 자연어처리 등 순수한 인식(perception) 영역이 차지하는 비중은 약 45%이다. 반면, 순수 분석(analytics)은 35%, 분석과 인식이 함께 사용되는 비중은 20%로서 분석지능이 전체 시장의 약 55%를 차지한다. 비즈니스 영역에서 AI는 단순 계산과 분석을 넘어 예측을 통해 인간의 의사결정을 돕고 새로운 지식을 발견하고 있다. 또한, Gartner는 AI 기반 분석지능을 ‘증강분석(augmented analytics)’라 정의하고 다양한 산업에서 증강분석의 적용 결과를 분석하였다.¹⁵⁾

표 1 산업별 증강 분석 적용 사례		
산업	증강 분석 적용 전	증강 분석 적용 후
은행	- 노년층 고객을 대상으로 자산관리 서비스 제공	- 20~35세 사이의 부유한 젊은 고객들이 자산 관리로 전환할 가능성이 높다는 사실 발견
소액대출	- 소액대출 위험평가 모델 구축에 수개월 소요, 고위험을 보상하기 위한 대출수수료 33% 책정	- AI를 적용하여 위험을 최소화하고 합리적인 가격을 책정하는 새로운 상품 개발에 2주 이내 소요, 대출 불이행 5% 감소
건강	- 환자의 인구통계, 지역, 치료방식 및 제공자에 따라 의료비용 다름	- 특정 환자가 일차 예방 치료를 받게 함으로써 건강개선 및 의료비용 감소
패션	- 판매자의 경험을 바탕으로 할인 시기와 금액을 결정	- AI가 제품별 할인율을 차등 적용하여 이윤을 50% 향상
식음료	- 패스트푸드 식당에서 수익성이 높은 음료 위치를 고려하지 않음	- 매장 위치변경 및 증강분석 적용으로 소다 음료 판매 수익 20% 향상
농업	- 데이터과학자들이 판매종자조합을 발견하는 데 수개월 소요	- 도메인 전문 유전과학자들이 기존 프로세스를 통해 수행 기간을 수일로 단축

* 출처: Gartner(2018) 참고하여 재작성

12) 전자가 업무의 양적 측면을 강조한 것이라면, 후자는 양적 측면과 함께 업무의 질적 향상을 강조함
 13) AI와 인간이 협업하여 노동생산성을 극대화할 수 있는 측면에서 기존 문헌에서는 증강지능을 설명할 때 창작지능에 대해서는 거의 언급하지 않은 부분임
 14) Tractica(1Q 2019), Artificial Intelligence Market Forecasts.
 15) Gartner(2018.10.31.), Augmented analytics is the future of data and analytics.



특히 분석지능을 적용할 때 앞으로 주목해야 할 부분은 ‘다크 데이터(dark data)’이다. ‘다크 데이터(dark data)’는 조직이 비즈니스 활동을 하면서 수집, 처리, 저장하는 비정형화된 정보자산을 의미한다. ‘다크 데이터’는 센서와 다양한 네트워크를 통해 수집되고 있지만, 통찰력을 얻거나 의사결정을 위해 거의 사용되지 않고 있다.¹⁶⁾ IBM에 따르면, 기업이 보유한 ‘다크 데이터’는 약 1%만 분석에 사용되고 있는 것으로 추정되고 있다.¹⁷⁾ 그러나 이들 데이터가 딥러닝 등 AI 기술과 결합되면서, 새로운 서비스를 창출하여 노동생산성을 높이고 있다. 산업의 디지털 전환이 심화될수록 정보 우주의 암흑물질로 불리는 ‘다크 데이터’는 기업의 정보자산에서 매우 중요한 위치를 차지하게 될 것이다.

둘째, 생성적 적대 신경망(GAN)으로 대표되는 창작지능은 최근 상업적으로 활용되기 시작했다. GAN은 단순히 그림을 모방하는 실험실 수준을 넘어 콘텐츠 제작(예술, 음악, 시, 스토리, 마케팅 자료)에서 새로운 유형의 디자인(아키텍처, 엔지니어링, 약품, 패션, 그래픽, 인테리어, 조경, 프로세스)에 이르기까지 다양한 창의적 업무에 영향을 주고 있다. 또한, GAN은 학습 데이터를 구하기가 어렵거나 프라이버시 보호가 필요한 분야에서 직접 데이터를 만들고, 제작비용이 많이 드는 비디오 게임의 시뮬레이션 등에도 사용되고 있다. 즉, AI는 다양한 산업 분야에서 창의성이 요구되는 작업 과정까지 개입하여, 인간의 재능을 한 단계 끌어올림으로써 노동생산성을 높인다.

3. 혁신지능: Amplified Innovation

기술혁신과 경제성장에 관한 논의는 경제학의 오래된 연구주제이다.¹⁸⁾ 그만큼 기술혁신이 경제성장에 미치는 과정에 대한 견해는 다양하다. 신고전파의 성장론, 기술역량론, 경제추격론 등이 대표적이다. 기술혁신의 역할에 대한 다양한 주장들이 있으나, 중요한 점은 장기적으로 기술진보가 경제성장에 직접적인 영향을 미친다는 부분에 대해서는 대부분 동의하는 사실이다. 본 절에서는 자본과 노동 등의 생산요소로 설명되지 않는 잔차(residual) 즉, 총요소생산성(TFP) 관점에서 AI 기술혁신과 경제성장의 경로를 살펴보기로 한다. 일반적으로 총요소생산성은 경제성장이 양적 성장인가, 아니면 질적 성장인가를 보여주는 기술혁신 지표로 받아들여지고 있다. 우리나라를 포함한 동아시아 국가들의 고도성장은 자본과 노동 등 ‘요소투입형’의 양적 성장에 기인하고 있으며, 이것이 1997년 동아시아 금융위기의 발단이 됐다는 주장이 제기된 것도 같은 맥락이다. 즉, 이들 국가의 양적 성장을 한계를 극복하기 위해서는 앞으로 총요소생산성을 높이는 ‘혁신주도형’ 질적 성장의 경제로 이행해야 한다는 것이다.

총요소생산성 추정 연구는 매우 많고 결과에 대한 이견도 다양하나, 외환위기 이후의 연

16) 다크 데이터는 전 세계 약 80% 이상으로 추산되고 있지만, 지금까지 거의 활용되지 못하고 버려짐

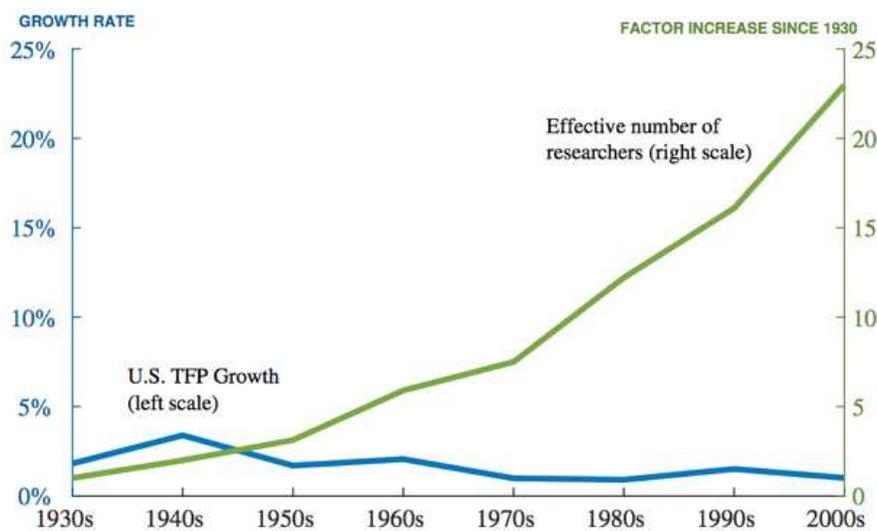
17) M. Ahmad Shahzad(2017.1.3.), The big data challenge of transformation for the manufacturing industry, IBM.

18) 정준호(2017), 기술혁신과 경제성장 연구의 현황과 과제, Journal of Technology Innovation, Vol.25 No.4.

구결과는 대체로 1990년대에 비해 2000년대 후반 이후의 총요소생산성은 뚜렷이 하락하는 추세를 보인다. 주목할 점은 2010년 이후 R&D 투자는 증가하고 있지만, 생산성은 감소하고 있는 ‘혁신의 역설’이 미국 등 선진국에서도 나타나고 있다는 사실이다. 특히, 연구의 생산성이 수십 년 동안 감소하고 있다.

(그림 3)은 미국의 경우, 1930년 이후 연구자 수는 가파르게 증가하고 있지만, 기술이 혁신에 기여하는 총요소생산성이 오히려 감소하고 있음을 보여준다.¹⁹⁾ 화학, 재료과학, 신약발견 등 많은 연구 분야에서 비슷하게 나타나고 있는 현상이다. 주요 원인은 이들 분야의 데이터 복잡성이 기하급수적으로 높아지면서 R&D의 새로운 돌파구를 찾는 과정이 점점 어려워지고 있다는 것이다. 그렇다면, AI가 새로운 혁신의 도구가 될 수 있을까? 경제학자 이언 코번(Iain Cockburn)은 창의적이고 새로운 아이디어를 제안하기 위한 연구개발 과정 즉, 혁신이 일어나는 과정을 AI가 근본적으로 바꿀 수 있다고 주장한다.²⁰⁾ 기술혁신과 경제성장의 연관성을 넘어 그 과정에 주목한 것이다. 의료분야의 왓슨, 자율주행자동차, 알렉사 등 AI는 기존 제품과 서비스를 혁신시켜 새로운 가치를 창출할 수 있으나, 경제성장에 미치는 진정한 효과는 ‘혁신이 일어나는 과정’ 자체를 근본적으로 바꾸는 데 있다. 즉, ‘데이터 복잡성’에 최고의 강점을 보이는 AI는 연구자로서 인간이 생각하는 방식을 변화시켜 ‘지식의 생산성’을 획기적으로 높일 수 있다.

그림 3 미국의 총요소생산성과 연구자 수 비교²¹⁾



* 출처: Nicholas Bloom 외(2017)

19) Robert J. Gordon 교수는 2017년 자신의 저서, “The Rise and Fall of American Growth”에서 1970년대부터 미국의 생산성이 둔화되고 있는 원인을 기술혁신 등 총요소생산성의 약화라고 지적하고 있는 부분도 같은 맥락에서 해석될 수 있음

20) David Rotman(2019.2.15.), AI is reinventing the way we invent, MIT Technology Review.

21) Nicholas Bloom et al.(2017.9.20.), Ideas aren’t running out, but they are getting more expensive to find. (published on VOX, CEPR Policy Portal, <https://voxeu.org>)



3 결론 및 시사점

지금까지 AI가 생산성 향상에 영향을 미치는 주요특징을 살펴보았다. 앞으로 이들 특징이 생산성에 미치는 구체적 경로를 입증하고 측정할 추가 연구가 필요하겠지만, 제4차 산업혁명으로 대표되는 미래사회에서는 AI를 새로운 경제주체로 고려해야 할 것이다. AI 기술은 생산요소를 완전히 새롭게 정의하고 기존 범용기술과 다른 방식으로 세계 경제를 움직이기 때문이다.

표 2 AI가 생산성에 미치는 주요 경로

AI 세 가지 힘	주요 내용
Autonomous Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> - AI SW 알고리즘이 기계, 설비, 건물, 제조공정에 내재화(embedded), 체화(embodied)되어, 단순 자동화를 넘어 자율행동(영상인식, 맥락인식, 자가학습, 자율 최적화)으로 발전 - 디지털세계(온라인)에서 현실세계(오프라인)로 적용 영역 확대 - 자율지능은 '자본과 노동의 생산성'을 획기적으로 향상
Augmented Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> - AI가 인간을 보조하는 수준을 넘어 의사결정을 지원하고 통찰력 제공 - 콘텐츠 제작, 디자인 등 다양한 창의적 영역에서 인간의 창의성 향상 - 통찰력과 기이한 상상력으로 '노동생산성'을 향상
Amplified Innovation	<ul style="list-style-type: none"> - 산업 전 분야에 걸쳐 제품과 서비스를 혁신하여 부가가치 향상(제품의 서비스화, 개인맞춤형 서비스) - R&D 투자로 인한 생산성 향상의 한계를 극복하는 연구방식의 혁신 - AI는 정체된 '총요소생산성 향상'에 강력한 모멘텀을 제공

최근 기술전문가를 중심으로 딥러닝의 기술적 한계를 지나치게 강조하거나, 조만간 인간을 능가하는 AI 특이점이 도래할 것이라는 극단적 주장이 제기되고 있다. 그러나 몇 년 안에 인간을 능가하는 알고리즘이 등장할 것이라는 과도한 기대는 경계해야 하지만, 현재의 AI 잠재력을 과소평가해서도 안 된다. 과거 100년 동안 진행되어 온 '전기'와 비교되는 'AI'가 던지는 메시지를 되새겨봐야 할 것이다. 오늘날 전기가 '전구'라는 빛의 개념을 넘어서 '전력'이라는 에너지원으로 광범위하게 사용되고 있는 것처럼, AI는 '인식지능'을 벗어나 세계 경제를 움직이는 '새로운 전력'이 될 것이다. 그것은 '자율지능', '증강지능', '혁신지능'을 통해 구체화 될 수 있다.

자본이라는 생산요소는 AI의 자율지능과 결합하여 생산성의 질적 향상을 이룰 수 있으며, 인간의 노동력은 증강지능과 결합하여 새로운 가치를 창출하고 자율지능을 통해 단순·반복적인 일을 자동화함으로써 기존 노동생산성을 획기적으로 높일 수 있다. 무엇보다 AI를 R&D 혁신의 새로운 도구로 활용하여 지금까지 인간이 수행해왔던 발명의 방식을 근본적으로 바꿈으로써 총요소생산성 향상의 새로운 돌파구를 찾을 수 있을 것이다. AI가 제공하는 세 가지 기술 경로를 통해 경제성장으로 이어지는 길이 열리고 있다.



www.etri.re.kr

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인 "ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 및 표준화 연구"를 통해 작성된 결과물입니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL. (042) 860-6114 FAX. (042) 860-6504

