

가속화된 자동화와 디지털화가 가져오는 노동 시장의 변화

김태균

박사후연구원, Northwestern University
kim.taekyun@kellogg.northwestern.edu



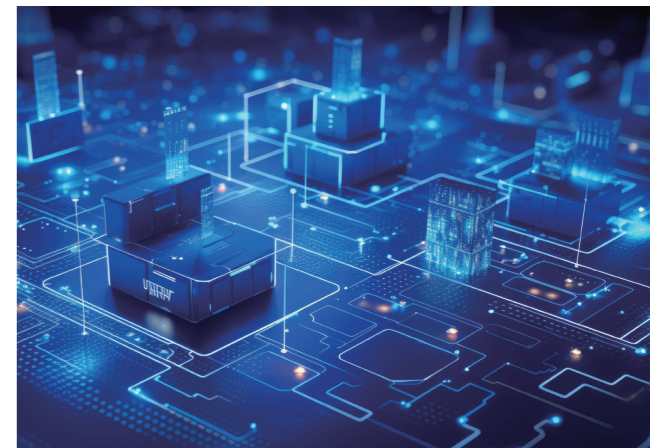
가속화된 자동화와 디지털화, 그리고 노동시장

컴퓨팅 기술, 네트워크, 사물인터넷(IoT), 로봇 등 첨단 기술이 등장하면서, '자동화'와 '디지털화'를 활용한 경제 활동이 크게 증가했다. 다보스포럼에서 '4차 산업혁명'이 주요 의제로 채택되면서 관련 활동 및 논의가 경제 및 사회 전반으로 확대됐다. 특히, 코로나19로 인한 사회적 거리두기, 노동력 부족, 비대면화 및 언택트화 등 여러 가지 복합적 이유로 많은 기업이 자동화 시스템과 디지털 플랫폼을 도입하게 되면서 자동화와 디지털화의 속도가 더욱 가속화됐다. 이로 인해 기업의 운영, 생산 및 혁신 방향의 근본적인 변화가 나타났으며, 이는 자연스럽게 시장의 구조적 변화로 이어졌다.

가장 두드러진 변화는 생산 과정, 인력 운용 등 노동과 관련된 경제 활동 전반이었다. Acemoglu and Restrepo (2020)는 새로운 기술의 도입으로 생산에 필요한 요소비용을 줄일 수 있고 이를 통해 생산성을 향상시킬 수 있으며, 나아가 감소된 요소비용을 새로운 인력을 고용하는데 활용할 수 있기 때문에 노동 수요가 증가할 수 있다고 주장했다. 하지만 이러한 장밋빛 예측의 이면에는 많은 노동자들이 가속화된 자동화와 디지털화로 인해 실직의 위험에 직면했으며, 새로운 일자리를 찾는데 어려움을 겪고 있다는 사실이 존재한다. 즉, 자동화와 디지털화는 혁신과 생산성 향상을 가능하게 하는 도구가 될 수 있음과 동시에 노동시장의 불평등을 더욱 심화시킬 수 있는 셈이다.

본 글에서는 가속화된 자동화와 디지털화가 노동시장에 미치는 영향을 직업 대체의 관점에서 분석하고자 한다. 이를 위해 먼저, 자동화와 디지털화로 인한 직업 대체의 위험이 과거 대비 얼마나 달라졌는지 검토하고, 어떠한 특징의 직업군이 특히 대체의 위험에 직면해있는지 분석하고자 한다. 나아가 대체 확률이 높은 직업군을 가진 노동자들이 어떠한 직업적 선택을 하는지 파악하고자 한다.

더불어 본 글에서는 개인의 경제 활동에 대해 설문조사를 진행한 미국의 Current Population Survey (CPS)와 Webb(2019)의 자동화에 의한 직업 대체 확률 데이터와 Frey and Osborne (2017)의 디지털화에 의한 직업 대체 확률 데이터를 활용했다. 도출된 결과를 바탕으로 변화하는 노동시장에 필요한 정책적 시사점을 한국의 관점에서 도출하고자 했다.



가속화된 자동화와 디지털화로 인한 노동시장의 변화: 무엇이 달랐나?

먼저 자동화와 디지털화가 노동자를 대체하는 현상이 코로나19를 거치면서 어떻게 달라졌는지 파악해보았다. 과거 노동시장의 재편에 영향을 끼친 2008 금융위기 때와 비교해, 자동화와 디지털화로 인한 노동 대체의 위험이 기존에도 존재했던 현상인지 아니면 4차 산업혁명 관련 기술의 발전과 코로나19 팬데믹으로 인해 촉발된 현상인지 분석하고자 했다.

CPS 데이터와 Webb의 자동화 데이터 및 Frey and Osborne의 디지털화 데이터를 결합해 직업군의 대체 위험 정도를 파악했다. Webb의 자동화 데이터는 로봇과 관련된 특허의 청구항과 O*Net에서 제공하는 직업에 대한 설명이 어느 정도 중복되는지를 바탕으로 대체 위험도를 포함한다. 유사하게 Frey and Osborne의 데이터도 O*Net에서 제공하는 직업 분류를 기반으로 머신러닝을 활용해 각 직업의 디지털화(Computerization) 가능성을 예측한 값을 가진다.

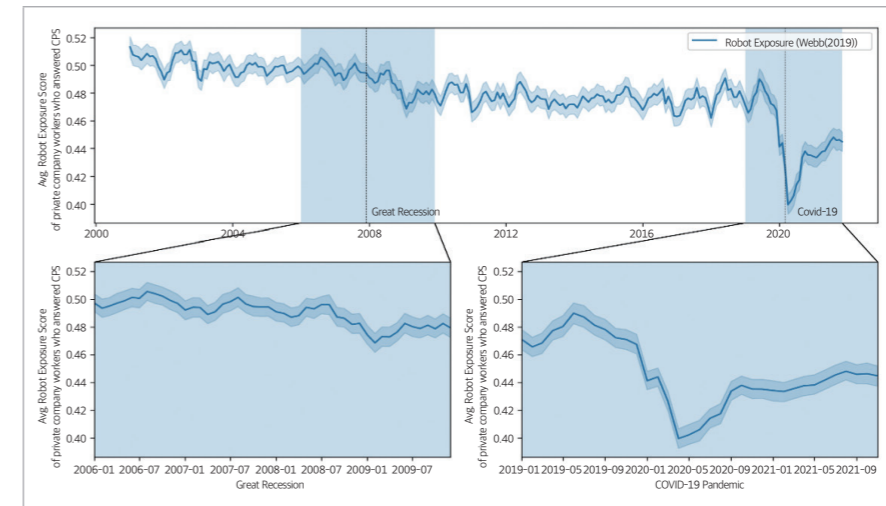
먼저, [그림 1]은 직업군이 자동화에 노출된 정도를 나타낸 것으로, 수치가 낮을수록 자동화로 대체돼 직업을 잃을 위기가 높아짐을 뜻한다. [그림 1]에 나타난 바와 같이, 금융위기 시기에는 자동화로 인한 직업의 대체 위험이 다소 높아지는 것으로 나타났으며, 이러한 현상은 4차 산업혁명 관련 기술에 대한 논의가 활발히 이뤄졌던 2016년 이후에도 비슷하게 유지되는 것으로 나타났다. 하지만 코로나19 시기에 직업의 대체 위험이 폭발적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 코로나19 시기를 거치면서 위험이 다소 감소하기는 했으나 완전히 줄어들지 않은 것으로 나타났다.

이러한 현상은 디지털화에 노출된 정도를 나타낸 [그림 2]에서도 유사하게 확인할 수 있다. 디지털화의 경우, 금융위기 이후 디지털화의 직업 대체 위험이 꾸준히 증가하고 있는 부분이 자동화와 상이하나, 팬데믹을 거치면서 직업 대체 위험이 급증하는 모습은 자동화와 유사한



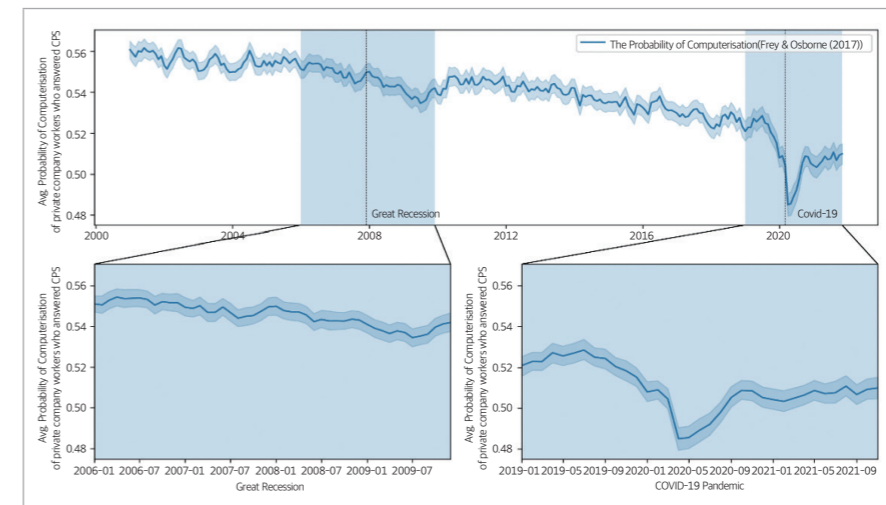
패턴이다. 다시 말해 기존의 다른 경제 위기와 다르게 코로나19 이후 자동화와 디지털화의 가속화가 나타났으며, 이들 기술에 노출된 직업군들의 대체 위험이 크게 증가했음을 알 수 있다.

[그림 1] 자동화와 직업 대체 확률



출처: 저자 작성

[그림 2] 디지털화와 직업 대체 확률



출처: 저자 작성

자동화 및 디지털화는 어떠한 직업군을 대체하고 있는가?

나아가 본 섹션에서는 어떠한 특징의 직업군이 자동화 및 디지털화에 의해 대체될 위험에 직면해있는지 파악해보고자 했다. 이를 위해, 직업의 일상성(Routineness) 정도와 자동화 및 디지털화 간의 상관관계를 분석했다.

[그림 3]에 나타난 바와 같이, 분석이나 해석을 요구하는 작업(위에서 첫 번째, 두 번째)에서는 디지털화(그림 왼쪽)와 자동화(그림 오른쪽)로 인한 직업 대체의 위험이 음의 관계가 있는 것으로 나타났다. 다시 말해 인간의 해석과 분석이 필요한 작업은 디지털화나 자동화에 의해 대체될 확률이 낮은 것으로 분석됐다.

이와 대조적으로 반복적, 일상적 숙련 및 비숙련 업무가 필요한 작업에서는 디지털화와 자동화 양의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이들 작업이 중심이 되는 직업군의 경우는 디지털화 및 자동화의 도입에 의해 대체될 확률이 높아지는 것이다.

이를 요약해보면 반복적이고 일상적 작업일수록 자동화와 디지털화에 의해 대체될 위험이 증가하는 것을 알 수 있다.

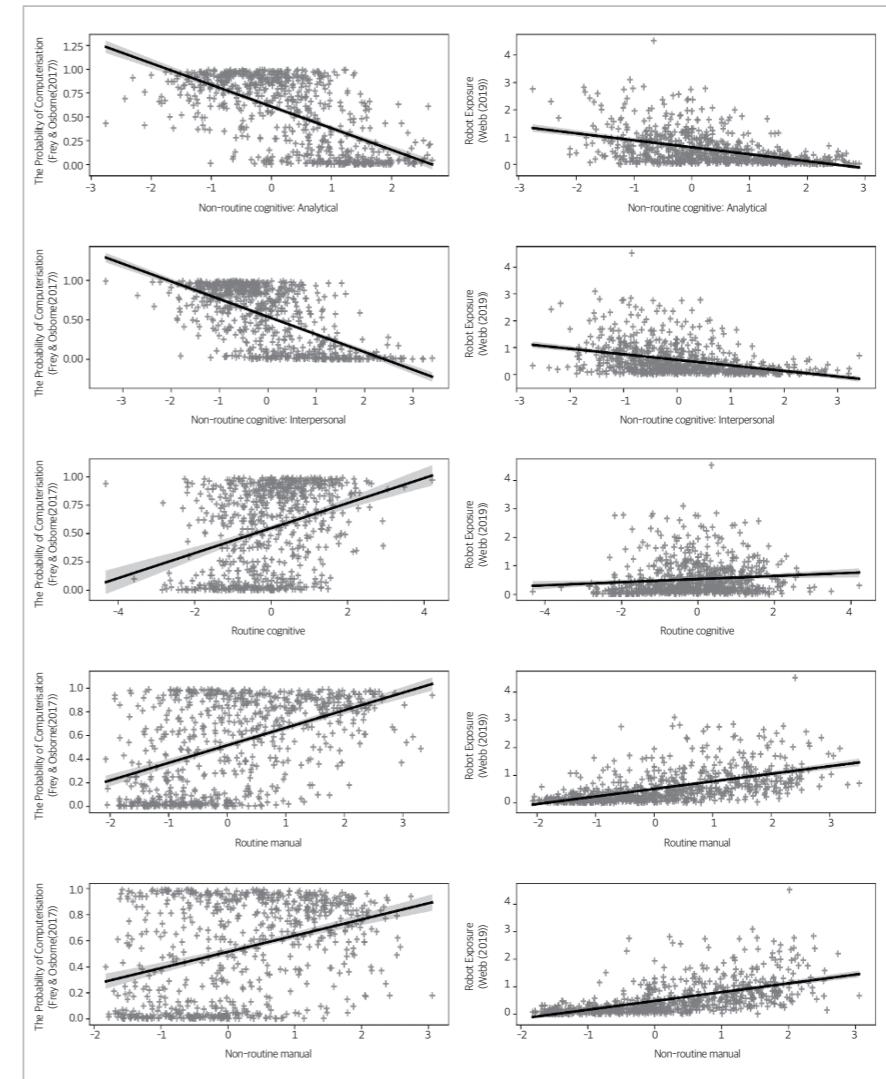
이를 좀 더 세분화해 직업군을 크게 ① 관리, 전문 및 기술직, ② 판매, 사무 및 행정지원직, ③ 생산, 공예, 수리 및 운영 관련직, ④ 서비스직으로 분류해, 각 직업군의 자동화 및 디지털화로 인한 대체 위험을 분석했다. 평균(Mean) 값이 높을수록 자동화 및 디지털화에 의해 대체될 위험이 높음을 의미한다.

먼저 [그림 4]를 살펴보면, 디지털화의 위험에 직면한 직업군은 ② 판매, 사무 및 행정지원직(평균값: 0.678), ③ 생산, 공예, 수리 및 운영 관련직(평균값: 0.667), ④ 서비스 관련직(평균값: 0.609)인 것으로 나타났다. 이들 직업군들은 소프트웨어, 디지털 플랫폼, 키오스크 등을 통해 업무가 디지털화되고 자동으로 처리되면서 대체의 위험에 노출된 것으로 분석된다. 이와 대조적으로 ① 전문, 관리 및 기술직(평균값: 0.262)은 인간의 지적 영역이 중요한 직업군으로 디지털화로 인한 대체 위험도가 낮은 것으로 나타났다.

[그림 5]는 자동화에 의한 대체 위험도가 높은 직업군을 분석한 것으로, ③ 생산, 공예, 수리 및 운영 관련직(평균값: 1.08)이 특히 크게 대체될 확률 높은 것으로 드러났다. 이들 직업군은 반복적이고 저숙련 작업을 기반으로 하고 있기 때문에, 로봇 등 반복적인 일을 자동으로 수행하는 자동화에 의해 대체될 위험이 높은 것으로 보인다. 디지털화와 마찬가지로, ① 전문, 관리 및 기술직(평균값: 0.195)은 자동화에 의해 대체될 확률이 낮은 것으로 분석됐다.

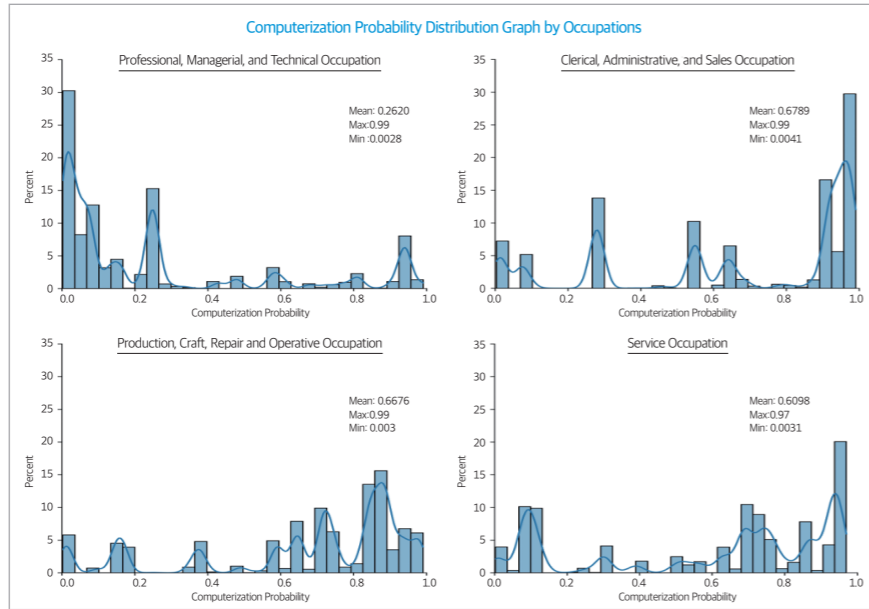
이를 정리해보면, 자동화와 디지털화는 저숙련 반복 작업을 대체할 확률이 높으며 이와 관련된 직업군으로 ② 판매, 사무 및 행정지원직, ③ 생산, 공예, 수리 및 운영 관련직, ④ 서비스 관련직이 있다. 이와 대조적으로, ① 관리, 전문 및 기술직군 같이 인간의 해석과 분석을 필요로 하는 작업을 대체할 확률은 비교적 낮은 것으로 나타났다.

[그림 3] 디지털화 및 자동화와 직업 일상성(Routineness)과의 상관관계



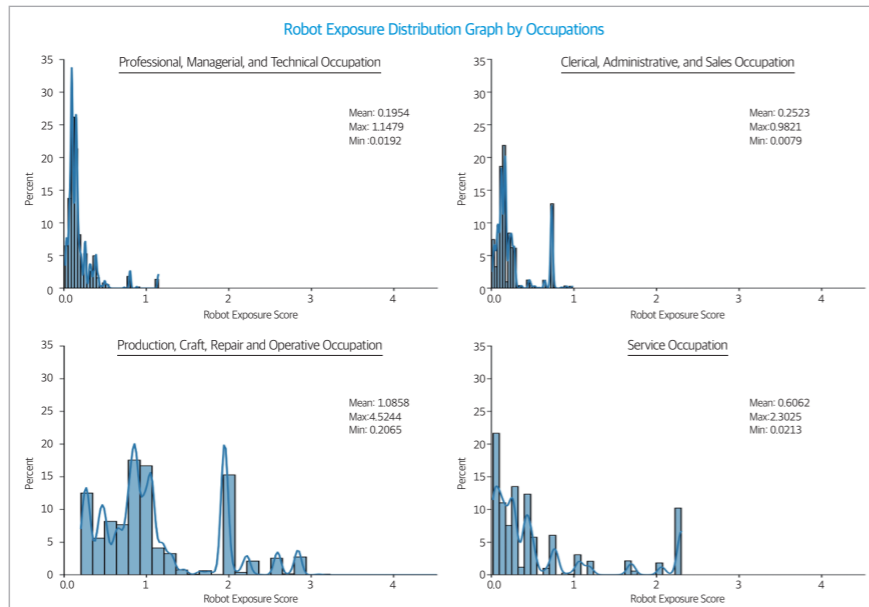
출처: 저자 작성

[그림 4] 디지털화에 의해 대체될 확률이 높은 직업군



출처: 저자 작성

[그림 5] 자동화에 의해 대체될 확률이 높은 직업군



출처: 저자 작성

자동화와 디지털화의 대체 위협과 직업적 선택

추가적으로, 가속화된 디지털화 및 자동화로 인해 직장을 잃을 위기에 직면한 사람들이 ① 실제로 실직할 확률이 높은지, 나아가 ② 추후 어떠한 직업적 선택을 하는지 파악해보았다. 이를 위해, CPS데이터와 Webb의 자동화 데이터 및 Frey and Osborne의 디지털화 데이터를 결합하고, 선형확률모형(Linear Probability Model, LPM)을 활용해 분석을 진행했다.

결과를 요약해서 살펴보면, 먼저 자동화 및 디지털화에 의해 대체될 위협이 높은 직업군을 가진 사람들이 코로나19 시국을 거치면서 실직할 확률이 높은 것으로 분석됐다. 수치적으로 살펴보면 코로나19 이전과 비교해 실직률이 25.5% 더 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 코로나19로 인해 자동화와 디지털화의 도입이 가속화됐으며, 그 결과 해당 기술에 의해 대체될 수 있는 직업군을 가진 사람들이 일자리를 잃게 되는 경우가 증가한 것이다.

나아가 자동화 및 디지털화에 의해 대체될 위협을 가진 직업군을 가진 사람들이 어떠한 직업적 선택을 하는지 살펴보았다. 분석 결과에 따르면, 자동화 및 디지털화와 관련된 기술의 도입으로 인해 실직이 될 확률이 높아지고 기존의 직업군을 가지는데 어려움을 겪게 되면서, 창업을 생계의 수단으로 선택하는 사람들이 증가하는 것으로 나타났다. 여기서 나타나는 창업의 형태는 기술 기반의 질 높은 창업이 아니라 영세하거나 프랜차이즈 등 생계와 직접적으로 관련된 자영업일 확률이 높았다. 이러한 현상은 코로나19 이전 시기와 비교해서 20% 이상 증가하는 것으로 분석됐다.

분석된 결과는, 로봇, 키오스크 등의 도입이 반복적이고 비숙련 작업을 대신 수행하면서 노동 시장 내에서 관련 작업을 수행하던 사람들이 일을 할 기회 자체가 줄어들 것으로 인해 발생한 것으로 추측된다. 일자리를 찾지 못하게 되면서, 이들은 생존을 위한 수단으로 창업을 선택하게 된 것으로 판단된다.

정책적 제언

앞서 분석된 결과들을 요약해보면, 코로나19로 인한 디지털화와 자동화의 가속화는 반복적이고 비숙련 작업을 요구하는 직업군을 가진 사람들의 실직을 증가시켰으며, 직장을 구하는데 어려움을 겪게 된 실직자들이 생계를 위한 수단으로 영세한 규모의 창업을



선택하게 되는 것으로 나타났다. 즉, 자동화 및 디지털화는 통해 생산 및 서비스 제공의 형태를 변화시키고 이를 통해 경제적 이익을 만들어낼 수 있었지만, 동시에 많은 사람들이 이들 기술에 의해 대체되면서 일자리를 잃게 되는 양면성을 가지고 있는 것이다. 특히 자동화와 디지털화는 일시적 현상이 아니고 계속해서 가속화되는 만큼, 노동시장 내에서의 대체 위험도에 따른 불평등이 더욱 심화될 것으로 예상된다.

자동화와 디지털화에 노출돼 있는 직업군에 속하는 사람들이 시작하는 영세한 규모의 자영업은 기술 기반의 창업보다 실패할 확률이 높기 때문에(과학기술정책연구원, 2022) 이들을 위한 정책적 지원이 필요하다. 기술의 도입으로 인해 실직을 했거나 실직의 위험에 있는 사람들을 위해, 무엇보다 구직자와 일자리를 연계할 수 있는 체계적인 시스템을 구축하는 것이 시급하다. 연령대, 교육 수준, 기술 보유 수준 등을 구체적으로 파악해, 어떤 기술을 재교육할 것인지를 포괄하는 구체적인 직업 재교육 프로그램을 만들 필요가 있다. 이를 통해, 노동시장 내의 직업 전환이 가능해질 수 있으며 노동시장에서도 인력의 유연성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

직업적 재교육뿐만 아니라 영세 규모의 자영업 형태와 관련된 창업에 대한 체계적인 교육도 필요하다. 앞서 분석했던 결과에 따르면, 현재의 노동 시장 내에서 적합한 일자리를 찾지 못해 많은 사람들이 영세한 규모의 창업을 생계 수단으로 선택했다. 이는 기술 창업뿐만

아니라 영세 창업에 대한 관심과 정책적인 지원의 필요성을 강조한다. 해당 형태의 창업이 성공적이기 위해서는 창업 과정, 자금 조달 등을 포괄하는 초기 창업에 대한 교육뿐만 아니라 사업의 지속가능성을 위한 경영 및 홍보 전략 등을 포괄하는 윈스톱 형태의 교육 체계가 만들어져야 한다.

기술 도입을 통한 생산성 향상의 이면에는 기술에 대체돼 실직하는 사람들이 존재한다. 앞서 언급한 바와 같이 재교육 관련 인프라 개선을 통해 직업 간의 이직, 창업으로의 전환을 지원할 수 있는 환경을 조성해 취약 계층의 노동 활동을 도와 균형있는 경제 성장을 이루는 것이 필요하다.

■ 참고 자료

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of political economy*, 128(6), 2188-2244.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

Kim, D., Kim, T., Kim, W., & Youn, H. (2022). The shadow of COVID-19: Accelerated automation and the entrepreneurial shift. Working paper

Webb, M. (2020). The impact of artificial intelligence on the labor market. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3482150>

과학기술정책연구원 (2022). 한국의 혁신창업생태계 대비도

SW중심사회 원고모집공고



월간 「SW중심사회」는 과학기술정보통신부 산하의 SW정책연구소가 발행하는 매거진으로 소프트웨어, 인공지능 등 디지털 패러다임에 대응하고 4차산업혁명, 디지털 혁신 등과 관련된 정책이슈 및 대안을 모색하는 전문지입니다.

「SW중심사회」는 보다 폭 넓은 주제와 이슈를 담아내고 정책 대안을 발굴하기 위해 사회 전반에 걸친 분야별 전문가의 옥고를 공개적으로 모집하며, 아래와 같이 투고 요청드립니다.

» 2023년 하반기 원고 모집 분야

생성형 인공지능

융합 소프트웨어

디지털전환과 플랫폼

» 원고 투고 방법

- ① 원고접수 마감일 : 매월 상시접수
- ② 월간지 발간 예정일 : 매월 초순
- ③ 희망 원고 : 상기 분야를 중심으로 디지털기술, 정책 및 법·제도, 글로벌 등에 대한 이슈 분석과 칼럼
- ④ 투고방법 : 이메일 접수(go5326@naver.com)
- ⑤ 원고료 : 게재가 확정된 원고에 대해 소정의 투고료(분량에 따라 30~60만 원, 세후 지급)를 제공합니다.

» 원고작성 유의사항

- ① 「SW중심사회」의 원고투고 및 편집 규정에 따라 원고를 작성해주시기 바랍니다.
- ② 투고된 원고는 SW정책연구소의 원고 게재 프로세스에 따라 심사 과정을 거친 뒤 게재 여부가 결정됩니다.
- ③ 주제가 중복되거나 주제의 전개 방향과 방식이 본지의 방향과 크게 다를 경우 심사에 탈락할 수 있습니다.
- ④ 주제와 내용상의 표절을 엄격히 금합니다.
- ⑤ 편집위원회의 심사 후 게재를 위해 수정을 요청할 수 있습니다.

※ 자세한 사항은 SW정책연구소 홈페이지(<http://spri.kr>)를 참조하거나 사무국(070-7090-1178)으로 연락주시길 바랍니다.

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

미션 Mission

디지털전환과 플랫폼이 창출하는 새로운 생태계 선도

비전 Vision

미래를 여는 SW정책 디자이너

핵심 가치 Core Values



미션 연구 주제

