



Industry 4.0의 기술은 어떻게 작업환경을 개선할까

민지희 한양대학교병원 직업환경의학과 전공의과정



2016년 세계 경제 포럼(WEF : World Economic Forum)에서 의장, Klaus Schwab은 '제4차 산업혁명'이라는 말을 처음 사용하였다. 4차 산업혁명은 정보통신기술(ICT) 기반의 새로운 산업 시대를 의미하며, 인공지능(AI), 사물 인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data) 등의 첨단기술이 경제·사회 전반에 영향을 주는 것이다. 4차 산업혁명은 초고속 네트워크와 인터페이스를 이용한 인간과 인간, 인간과 기계, 그리고 기계와 기계 사이의 초연결(Hyper-connectivity)과 빅데이터 및 빠른 연산능력을 기반으로 하는 초지능(Super-intelligence), 그리고 그 분석결과를 토대로 인간 행동을 예측하는 것을 특징으로 한다. 전문가들은 4차 산업혁명으로 인간이 일하는 방식, 소비하는 방식, 심지어는 생각하는 방식까지 바꿀 것이라고 전망한다.¹⁾

4차 산업혁명으로 산업보건 영역도 변화할 것이다. Industry 4.0 기술로 인해 작업자는 위험물질에 노출되지 않고 더욱 안전하고 건강하게 작업할 수 있을 것이다. 대다수의 공장은 CCTV가 현장을 모니터링한다. 이러한 CCTV에 사람의 행동 패턴을 파악하는 딥러닝 알고리즘을 적용해 작업자의 안전보호구 착용과 위험지역에서의 작업자 행동을 인지할 수 있다. 그리고 이러한 위험 상황이 인지될 경우 관련 시스템을 통해 바로 경고를 하거나 안전 담당자나 담당 부서에 알람을 보내 사고를 예방할 수 있다.²⁾ 생산 공장의 화학물질 누출도 IoT 기술을 이용해 실시간 모니터링이 가능하다.²⁾ 필자가 소개하고자 하는 논문은 Industry 4.0 기술이 앞으로 산업보건, 산업위생 분야에 어떻게 적용될지에 대한 전망이다.

Industry 4.0 작업환경에서는 착용 가능한(웨어러블) 기기를 이용하면 사고 발생 전에 잠재적인 위험을 포착할 수 있다.³⁾ 이 착용 가능한 기기는 작업자의 활력징후 뿐 아니라 주변의 근무 환경을 실시간으로 모니터링할 수 있다. 예를 들어 노동자에게 독성 물질의 노출 여부를 알려거나 고온 또는 소음과 같은 요인에 대해 노출 가능성을 경고할 수 있고,

4차 산업혁명으로 산업보건 영역도 변화할 것이다.
Industry 4.0 기술로 인해 작업자는 위험 물질에 노출되지 않고
더욱 안전하고 건강하게 작업할 수 있을 것이다.

중장비를 비상 정지해 작업자를 보호할 수 있다. 또한 인체공학적 신체 움직임과 자세를 인지하고 물리적 작업 부하를 모니터링함으로써 근골격계질환 역시 예방할 것으로 기대한다.

Operator 4.0은 로봇과 협력작업 뿐 아니라 필요 시 기계에 의한 작업 지원을 수행하는 숙련된 운영자로 정의된다. 특히 Healthy Operator 4.0은 인간과 기계, 인간과 AI를 연결해 데이터를 실시간 분석할 수 있다. 이때의 데이터는 앞서 밝힌 독성 물질 뿐 아니라 인체에 미치는 물리적 하중도 분석할 수 있다. 운전자가 서거나 앉는 시간, 작업 속도와 동작의 물리적 스트레스 정도를 실시간으로 측정한다. 개인 작업자에게 맞춰 작업을 설계할 수 있고, 노동자에게 지속적으로 피드백을 제공한다. 이렇게 하면 노동자의 병가를 줄일 수 있으며, 업무상 사고 및 재해도 예방할 수 있어 사업주는 생산성을 높일 수 있다.

이 논문에서는 구체적인 Industry 4.0을 활용한 제조업 시스템을 소개하고 있다. 첫 번째는 스마트 외골격(Smart exoskeleton)으로, 착용식 보조장치를 말한다. 스마트 외골격은 전기모터와 공압장치, 유압장치 등으로 구성되어 작업자가 수동 작업을 수행하는 동안 자세를 개선하고 업무 관련 부상을 줄이는데 도움이 될 수 있다. 예를 들어 작업자가 무거운 부품을 들어올리거나 조립해야 하는 경우, 현재 필요한 신체활동 대비 활동량을 크게 줄일 수 있으며, 작업피로를 줄일 수 있다. 또한 스마트 외골격은 노동자가 근골격계질환의 위험이 높은 자세를 취할 경우 노동자에게 즉각적으로 경고하고 바람직한 자세를 제공하도록 설계되어 있다.

두 번째, Co-Bots는 인간의 작업과 동적으로 협력하는 로봇이다. 이것은 인간 파트너와 효율적으로 함께 일하는 로봇을 의미한다. Co-Bots는 작업부하를 모니터링하며, 노동자의 신체에 부착된 센서를 통해 심장박동 수, 신체 동작, 피부 저항 등을 측정한다. 노동자의 건강 상태에 따라 수행되는 작업속도와 횟수를 변경한다. 예를 들어 노동자가 피로해 사이클 타임이 길거나, 품질이 좋지 않을 경우 AI 시스템으로 제어되는 Co-Bots가

대신 작업을 수행할 수 있다. Co-Bots를 이용하면 노동자의 스트레스 및 번아웃에 의한 병가를 감소시킬 수 있다.

마지막으로는 스마트 개인 보호장비(PPE: Personal protective Equipment)이다. PPE는 온도, 습도, 소음, 작업장 조명을 측정해 위험인자에 극심하게 노출될 경우 즉각 위험 상황을 경고하고 노동자를 보호한다. 예를 들어, 항만 직원에게 부착되어있는 개인 보호장비는 스마트 크레인과 노동자의 움직임에 대한 정보를 교환한다. 비정상적인 움직임일 경우 노동자에게 즉각적으로 경고를 할 뿐 아니라, 크레인 작동을 중단시키도록 해 충돌 사고를 예방할 수 있다.

이 논문은 현재 개발 중인 기술을 근거로 앞으로 산업 현장에 Industry 4.0이 어떻게 노동자의 작업 환경을 개선할 수 있는지를 밝혔다는 점에서 의미가 있다. 다만 기술 발전의 부정적인 면은 배제되었으며, 기술의 구체적인 적용 사례가 없다는 점이 논문의 한계이다. 논문에서 밝힌 바와 같이 낙관적인 전망만 있는 것은 아니다. 완전히 자동화된 스마트 공장 사고의 범위는 인간의 노동력으로 가동되는 공장보다 훨씬 더 크게 일어나고 새로운 형태의 사고가 일어날 수 있다는 점도 간과해서는 안 된다. 또한 수집되는 데이터들은 대부분 노동자의 개인정보에 해당하므로 개인정보보호에 대해서도 논의가 필요하다. 논문에서 말미에 밝힌 바와 같이 노동자의 건강과 관련된 정보가 승진 또는 계약 해지에 이용될 수도 있으므로 법적, 윤리적인 논의가 필요하다.

이 외에도 AI와 로봇이 도입되고 비전형적인 근로계약이 증가해 근로소득의 불평등이 심화될 수 있다. 또한 세계화의 영향으로 24시간 업무가 보편화되어 교대 작업이 증가할 것이다. 이러한 변화에서 노동자는 빠르게 변하는 기술을 익히고 습득해야 하므로 번아웃 증후군 등의 직무 스트레스가 증가할 것으로 보인다. 앞서 기술한 문제들이 산업보건의 관점에서 부정적인 영향을 끼칠 것으로 예상하며 노동자의 건강을 보호하기 위한 산업보건의 새로운 과제로 대두될 것이다. 🍷



1. SchwabKlaus. "The Fourth Industrial revolution."
2. ChenYen-Kuang. "Challenges and Opportunities of Internet of Things."
출처 미상 : Intel Labs, Intel corporation, 2012.
3. "Digitalizing Occupational Health, Safety and Productivity for the Operator 4.0." David RomeroMattsson, Åsa Fast-BerglundSandra. 출처 미상 : Research Gate, 2018.

중량물 취급장소

“POWER ZONE” 에서 들어 올리세요

바람직한 작업 자세만으로
요통을 예방할 수 있습니다.



1

몸을 물건 앞에
똑바로 향하게 하고
무릎을 굽히고
앞아주세요

Line up body and
head straight in
front of object.
Bend knees.



2

물건을 몸에 가까이하고
“힘의 중심 구간”
(가슴 중간에서 허벅지 중간부위)
에서 들어 올리세요

Grasp object close
to body in "Power
Zone" (mid-thigh
to mid-chest)



3

무릎을 함께 이용하여
들어 올리며,
비틀기 작업은
피하세요

Lift with Knees.
Avoid twisting.