**산업안전분야에서의 빅데이터 특성 분석과 향후 활용방안**

KUISS 4기 2016250315 정인용

**1. 서론**

2016년 1월 20일에 3일간 열린 다보스 포럼에서는 “제 4차 산업혁명의 이해(Mastering the Forth Industrial Revolution)”라는 주제를 가지고 다양한 분야의 권위자들이 토의를 진행하였다. 여기서 제 4차 산업혁명이 경제, 사회, 인류의 행동양식에 초래할 변화에 대해서 논의되었으며, 주요 요지는 제 4차 산업혁명은 디지털, 물리적, 생물학적 영역의 경계가 없어지면서 기술이 융합되는 것이 핵심 목표라는 것이다[1]. 이를 실현하기 위한 핵심기술로 AI, IoT 등이 거론되었는데, 모두 데이터에 기반을 두고 있다는 공통점이 있다. 2010년대를 기점으로 클라우드 컴퓨팅 및 빅데이터의 등장, 컴퓨팅 파워의 개선 및 네트워크의 활성화, 딥러닝 등 알고리즘의 발전으로 기술력이 급성장하며 데이터 기반의 첨단 기술들이 다시금 각광을 받고 있다. 그 결과로 빅데이터를 활용하고자 하는 시도가 전 사회에 거쳐 이루어지고 있다[2].

빅데이터의 정의는 상황이나 사람에 따라 달라지는 경향이 있다. Gartner는 빅데이터를 ‘21세기의 원유’라고 비유하며, ‘향상된 시사점’과 더 나은 의사결정을 위해 사용되는 비용 효율이 높고, 혁신적이며, 대용량, 고속 및 다양성의 특성을 가진 정보 자산’이라고 정의하였다. 맥킨지는 데이터베이스의 규모에 초점을 맞추어, ‘일반적인 데이터베이스 SW가 저장, 관리, 분석할 수 있는 범위를 초과하는 규모의 데이터’라고 정의하였다. 마지막으로 IDC는 데이터베이스가 아닌 업무수행에 초점을 맞추어, ‘다양한 종류의 대규모 데이터로부터 저렴한 비용으로 가치를 추출하고 데이터의 초고속 수집, 발굴, 분석을 지원하도록 고안된 차세대 기술 및 아키텍처’로 개념화하였다. 정의를 내리는 방식과 별개로 빅데이터가 정확한 업무 수행 혹은 보조, 자동화, 효율적인 업무 시스템 구축 등에 기여하고 있다는 사실은 분명하다.

빅데이터는 기존의 스몰데이터와 크게 세 가지 차이점이 있다. 이를 빅데이터의 3V라고 부른다.[3] 3V는 크기(Volume), 속도(Velocity), 다양성(Variety)을 의미한다[3]. 이런 특성들이 유용한 것은 사실이지만 동시에 사용자 입장에서 극복해야할 과제를 던져준다. 크기가 크다 보니 데이터 저장 공간이 많이 필요하고, 저장된 데이터를 찾아 활용하는 것에도 복잡도가 커진다. 또한 수치적으로 분석이 용이한 정형 데이터 이외의 아날로그 방식의 비정형 데이터가 분석 대상에 포함되면서 별도의 알고리즘이 필요하다. 특히 데이터를 기반으로 학습을 하여 알고리즘을 개선하는 방식을 취하다 보니 적절한 데이터 셋의 확보에 있어서도 수많은 고려가 필요하다. 따라서 빅데이터 기술을 적용하려는 분야의 상황이나 특성에 따라 적절히 고려하여 알맞은 사용 방식을 선택해야 한다. 이를 위해 해당 분야에 대한 다방면의 연구가 필요하다.

충분한 연구가 이루어지지 않는다면 산업안전 분야에서 빅데이터 기반의 첨단기술을 적극적으로 활용할 수 없다. 그리고 활용을 하더라도 그 효과는 떨어질 것임이 분명하다. 따라서 본 연구에서는 산업안전분야의 최신 논문을 통해 빅데이터 관점에서 산업안전 분야의 특징을 알아보고, 활용가능한 데이터의 특성을 탐구하여 추후 산업안전 분야에 빅데이터 기술을 적용하는 것에 유용한 정보를 제공하고자 한다[4].

**2. 본론**

작업장 사고는 작업장의 특성과 관계없이 크고 작은 사고가 항상 발생하며, 발생 시기나 피해 정도 등을 예측하기가 매우 어렵다. Safety Pyramid 에 따르면 1건의 사망사고(죽음)는 30건의 중대사고와 300건의 경미한 사고에 의해 유발된다. 또한 경미한 사고는 3000건의 아차 사고에서 발생하며 아차 사고는 대수롭지 않게 규칙을 어긴 여러 상황에서 발생한다. 치명적인 작업장 사고는 그 발생빈도가 낮지만 피해 정도가 크다[5]. 또한 만성피해가 주를 이루는 환경사고와 달리 급성피해와 만성피해가 모두 발생할 수 있으며 동시에 발생하기도 한다.

사업재해 관련하여 소규모 사업장에 더욱 큰 문제점들이 발견된다. 산업재해 예방을 위해서는 사업주의 안전, 보건 조치의무 뿐만 아니라 사업주의 산재예방에 대한 의지와 관심이 매우 중요하다. 그러나 소규모 업종의 경우 안전보건활동 수준이 높다고 응답한 사업장은 전체의 19.3%에 불과하다[6]. 건설업의 경우 업무상 질병 방생은 50인 미만 사업장이 전체 발생의 72%를 차지하고 있다. 그리고 상시 근로자가 50인 이상인 사업장의 경우에는 사업장의 규모 등을 감안할 때, 사업주가 안전보건 조치를 혼자 수행하기에는 현실적으로 역부족이다[7].

현재 다양한 산업현장에서 안전교육, 화학물질관리법 제정, 정기적인 작업 환경측정 법제화 등을 통해 작업장 사고 예방을 시도하고 있다. “산업안전보건법 제 5장 제 45조”에 따르면 작업 전 작업장 환경을 측정해야 한다. 또한 작업 시 환경을 측정하기 위한 장치를 휴대해야 하며, 반드시 2인 1조로 작업하도록 규정되어 있다. 그러나 현장에서 근무하는 작업자는 주변 환경요인에 따라 제시된 안전 가이드라인을 준수하여 작업하기 매우 어려운 상황이다. 환경측정 장치는 부피가 크고, 무거워 휴대하기 불편하여 작업자의 작업에 방해되는 요인으로 작업 능률이 떨어지는 문제가 있다. 또한 작업 환경측정 기준과 관련한 사업주의 과태료가 최대 500만원으로 매우 낮은 수준으로 책정되어 있고 측정 주기도 최소 3개월에서 최대 12개월로 정해져 있어 작업 환경 상황에 따른 환경요인을 바로 적용하지 못하는 문제점이 있다[7].

현재 대부분의 유해인자 측정은 여과재나 필터 등을 통해 포집하고 분석하는 방법을 이용하고 있다. 그러나 이는 작업 시간동안의 변이를 반영하지 못한다. 이를 보조하기 위해 실시간측정기를 보조적으로 사용하기도 하지만 아직 측정된 자료를 직접 가공하고 분석하는 수고가 따르기 때문에 더욱 획기적인 방법이 요구되는 상황이다[8].

한편, 빅데이터를 어떻게 활용하느냐는 앞으로 국가 경쟁력을 좌우하는 요소로까지 인식되고 있다. 그간 축적되어 온 방대한 정보의 홍수 속에서 새로운 패턴을 읽어내고 이를 각종 사회 현안에 활용하는 것이 핵심적인 내용이다. 과거에는 데이터 자체를 축적하고 공유하는 것 자체가 중요했다면, 이제는 이를 기반으로 데이터의 분석 및 예측의 중요성이 증대되고 있다. 빅데이터는 아직까지 여러 가지로 모호하지만 중요한 정책의 의사결정에 기여하는 잠재력이 매우 크다는 것에는 모두가 동의하고 있다[2].

빅데이터 기술의 핵심은 빅데이터를 가공하고 해석하여 얻어진 유의미한 정보를 현실에 창의적으로 적용하여 새로운 부가가치를 창출하는데 있다. 빅데이터를 구축하기 위한 핵심요소는 자원, 기술, 인력이다. 자원은 목표에 맞는 데이터 활용을 위한 빅데이터의 발견이고, 기술은 빅데이터 처리를 위한 수집, 저장, 변환, 분석, 시각화 기술 등이며, 인력은 빅데이터에서 통찰과 인사이트를 찾는 데이터 과학자나 전문가를 말한다. 민간부분에서 빅데이터 기술을 도입하고자 하는 시도는 많다. 하지만 대부분 시중의 빅데이터 기술 및 서비스와 민간부분에서 해당 사업체의 사업과 실질적인 연결고리를 찾는데 어려움을 느끼고 있다[9].

현재 빅데이터의 사용 시도는 공공분야에서 두드러진다. 우리나라를 비롯하여 전세계는 공공데이터를 공유할 수 있는 포털을 운용하고 있다. 다양한 분야의 정보화를 통해 의미있는 가치들을 이끌어내려는 시도로 보인다. 월드와이드웹재단에서는 공개데이터 현황보고서를 통해 2013년부터 격년으로 국가별 데이터 개방 순위를 발표하고 있다. 2019년 보고서에서는 100개 국가를 대상으로 분석하였는데, 분석 기준은 오픈 데이터의 준비도, 이행도, 영향력을 분석하여 이들 세 범주별 점수를 토대로 국가 순위를 산출한다. 우리나라의 경우 72위를 기록했다.

빅데이터가 가진 미래의 가치를 알아보고 이를 연구하려는 시도는 계속 이루어지고 있다. 빅데이터 사용에는 사용목적과 데이터 특성에 따른 적절한 알고리즘 개발이 필수적이다. 국제보호협회에서는 지구상 전체 생물다양성의 절반 정도가 서식하고 있는 열대우림지역에서의 생물다양성을 모니터링하고 분석하고 있다. 그러나 매년 460ha의 열대우림 면적이 감소하는 상황에서 이러한 데이터 분석 시 소요되는 노동력과 시간적인 문제는 큰 걸림돌로 작용하였다. 이에 2013년 국제보호협회는 HP와 협력하여 HP Earth Insight 프로그램을 제작하였다. 취합된 데이터를 빠른 시간 내 분석할 수 있는 WPI 분석 시스템을 통해 9배나 빠르게 데이터 분석이 가능해졌다[2].

빅데이터 관련 기술들은 기본적으로 풍부한 데이터를 기반으로 이루어진다. 하지만 그런 양질의 데이터를 얻기는 쉽지 않다. 특히 실재 사람들의 행동을 기반으로 획득된 데이터는 희소성 측면에서 그 가치가 크다. 빅데이터 적용 사례인 화관법과 화평법은 화학물질의 인,허가와 관련된 전자민원서비스와 화학물질 등록, 유해성 심사 등의 정보를 제공하도록 하고 있다. 하지만 개별 사업장의 취급화학물질 종류 및 사용량, 화학물질 사용 제품의 성분 등의 정보는 영업비밀 보호 등의 이유로 대국민 공개가 소극적으로 이루어지고 있다. 화학물질 배출량과 관련해서도 GIS기반의 공간정보서비스를 요구하고 있으나 정보공개로 인한 사업장 주변의 지가하락 등의 이유로 민원발생을 하여 테이블 형태로만 정보를 제공하고 있다.

데이터는 절대적인 양의 부족은 물론 공간적으로 분석해보면 부족한 부분이 많으며 정보 유통에 있어서도 매우 제한적으로만 활용되고 있다. 대부분의 자료 공개가 개인정보 보호, 대외비 필요성 등과의 상충으로 빅데이터로까지 활용되기가 쉽지 않은 것이다. 이런 관점에서 산업안전분야의 데이터는 민감성이 크다. 데이터가 작업장의 이익과 매우 밀접하게 연관되어 있다. 게다가 사고 발생시 그 책임을 규명하거나 산재인정 등과 관련될 수 있어 이해관계가 얽힌 상황에서 쉽게 정보 공개가 이뤄질 수 없다.

그리고 사람의 안전에 대한 평가와 관련된 데이터는 사람을 통해 직접 획득해야한다. 그리고 대부분 이것들은 사람의 심박수나 질병 등 건강관련 정보이다. 이는 보건 의료 분야에서 빅데이터 시대에 마주한 문제와 직결된다. 데이터 기반의 원격 진료 등 빅데이터 기술을 적용하여 환자의 생존율을 높이는 방법들이 연구중에 있다. 그러나 이러한 연구는 국내의 법,제도적 문제에 따라서 적극적으로 수행할 수 없으며, 현재는 개인 또는 환자에 대한 일상적인 건강 요소 분석 등과 같은 자료로 활용될 수 있거나 진료 목적보다는 보건 분야에서 활용할 수 있는 데이터 수집에 그치고 있다[7].

산업안전 분야에서 빅데이터 기술이 적용될 가능성을 보여주는 연구가 있다. 안정적인 실시간 오염정도 모니터링 시스템을 연구 및 개발하려는 시도[10-14], 바이오 및 환경센서를 통해 종합적인 모니터링이 가능한 미들웨어를 개발하려는 연구 등이 대표적이다[7]. 센서를 개발하여 이를 통해 미세먼지나 VOC 등을 실시간으로 측정하여 정보를 얻고 그 정확도를 비교하려는 시도는 지속적으로 이루어지고 있다. 미세먼지의 경우 현재 센서기반의 다양한 서비스들이 제공되고 있지만 그 정확도는 매우 낮은 편이다. 따라서 오차율을 줄이기 위한 시도는 그 자체로 의미가 있다고 생각된다[15].

센서 및 플랫폼을 개발하여 사람들이 자주 모이는 장소에 평균적인 호흡기 위치와 같은 높이에 센서를 배치하고 정확도를 검증할 뿐만 아니라 실시간으로 모니터링함으로써 이를 관리하려는 시도를 하고 있다[10]. 맨홀과 같이 밀폐된 공간처럼 위험성이 높고 환경이나 생체 데이터 측정이 불편한 장소에서 일하는 작업자를 보호하기 위한 시도도 이뤄지고 있다. 이들을 위한 정확도도 높고 소형화되어 측정에 용이한 디바이스 개발이 이루어지고 있는 것이다. 또한 바이오 센서와 환경 센서를 동시에 적용하여 환경 및 생체 데이터를 함께 모니터링할 수 있다. 그리고 위험 상황에 노출될 시 사전에 경고를 하고 작업강도에 따른 기준을 적용하여 쉬는 시간을 작업자에게 알려줄 수 있다. 한 발 더 나아가서 작업자가 위험에 처했을 때, 장소 및 생체 데이터를 119 등에 즉각 전송함으로써 작업자의 안전을 보장도 가능하다[7].

사물인터넷(IoT)을 활용한 연구 사례도 다양하다. 각자가 임베디드된 장비를 갖추고, 사물인터넷 센서가 설치된 각 건설현장에서 작업을 하면 작업자와 현장의 센서를 통하여 획득되는 다양한 데이터는 무선통신으로 통합관제서버로 전송된다. 통합관제서버에서는 획득된 데이터를 시계열로 병렬적으로 저장하여 빅데이터를 구성하고, 데이터 마이닝 기법 등을 이용하여 분석한다. 분석 내용을 바탕으로 건설 현장 작업자들이 작업시에 작업자에게 위험 감지, 경계, 경보 등의 알람을 준다. 또한 IoT 기술을 통해 실시간 미세먼지측정기를 개발하고 침착량 모델 적용을 하여 호흡기에 들어왔을 때 부위별 침착량을 추정하는 연구, 작업장별로 별도의 지표와 가중치를 연구하여 이를 분석하는 알고리즘을 개발하는 연구 등도 이뤄지고 있다. 이런 사물인터넷 기반의 빅데이터 기술은 근로자, 보건관리자, 사업주 모두 실시간으로 측정되고 있는 데이터를 확인하면서 빠른 대응을 할 수 있다는 장점을 가진다[16].

연구가 계속 이루어지고 있지만, 아직 산업안전분야에서 빅데이터 기술은 초기단계에 불과하다. 무엇보다 매우 민감하고 다양한 비정형 데이터를 다루어야 하는 산업안전분야의 특성상 연구가 쉽지 않다. 이를 돕기 위해 온톨로지 구축을 하려는 시도도 이루어졌다. 온톨로지란, 특정 분야의 현실 세계를 모델링할 때 이와 관련된 모든 개인이나 집단들이 합의하여 도출한 개념들을 명시적으로 정의할 뿐만 아니라 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있는 형태로 표현하여 나타낸 용어들의 논리적 집합이라고 할 수 있다. 이를 통해 상위 개념과 하위 개념을 구분짓고 산업안전분야에서의 대표적인 키워드들의 영역을 나눈다. 이에 가중치를 부여하여 데이터 마이닝을 적용할 시 컴퓨터가 유사도나 심각도 등을 분석해낼 수 있고 추후 데이터 처리에 도움이될 수 있다[17].

**3. 결론**

공공 API에 공개된 정보를 통해 다양한 유무형의 가치가 창출되는 사례가 빈번하다[2]. 따라서 작업장 안전 관리와 관련하여 데이터를 축적하고 모두가 이를 통해 연구할 수 있는 환경이 구축된다면 다양한 도움이 될 수 있다. 먼저 일괄적으로 적용된 안전기준에 대해서 개인에 따른 차별화가 가능할 것이다. 기존 안전 기준은 사람 혹은 동물실험을 기반으로 안전계수까지 고려하여 정하고 있다. 하지만 다양한 사람들을 모두 고려할 수 없고 모든 상황에 하나의 기준을 적용하는 것은 많은 예외를 만들게 된다. 따라서 작업장의 모든 사람데이터를 기반으로 특정 물질을 다루는 작업장 별로, 더 나아가 유전자 분석 결과에 따라 구분 짓고 온도, 습도 등의 환경 데이터까지 고려하여 혈중 농도, 수용도 등을 종합적으로 판단하여 안전 가이드 라인을 마련한다면 좀 더 나은 안전관리가 가능하다[18]. 예를 들어 부정맥을 가진 환자의 경우 일반 사람을 기준으로 심박수를 측정하는 것은 의미가 없을 수 있다. 즉, 사람별, 사업장별, 상황별로 다르게 적용되는 안전 기준 마련이 가능하다[19].

또한 이러한 측정 디바이스는 점점 소형화될 것이다. 정확도가 높지 않지만 현재 애플워치 등은 이런 기능을 수행하는 초기버전이라고 볼 수 있다[20]. 작업장마다 작업자에게 작업 시 필수로 착용해야하는 이런 시계 형태의 디바이스로 위에서 언급한 것들이 가능해질 뿐 아니라 지속적인 데이터 측정 그리고 위험상황 인지 및 경고 체계 확립에도 도움이 될 것으로 보인다. 그리고 작업자의 동선이 정확하게 고려된 실시간 데이터는 정확도나 효율성 측면에서 기존의 측정 방식보다 나아질 것이다. 게다가 이런 건강집단 연구는 질병에 대한 치료 뿐 아니라 건강한 사람들이 건강을 유지하기 위한 연구의 기초자료로 활용될 수 있다. 문제는 이런 민감정보의 활용에 있어 대책이 필요하다. 특히 개인의 건강정보는 다양한 경로로 악용될 소지가 있다. 따라서 정보의 권한을 나누고 통합적으로 관리할 데이터와 개별화를 시켜 관리할 데이터를 나누는 기준을 마련해야할 것이다. 또한 블록체인 등의 첨단 기술을 통해 보안을 강화해야 한다. 그리고 이런 보안책들이 적절히 마련되었을 때야 비로소 법적인 개정을 통해 민감 데이터를 활용할 수 있는 환경을 구축할 수 있을 것이다.

이외에도 작업자의 행동 데이터를 기반으로 AI기술과 cctv기술을 적용하여 이상행동을 포착할 경우 경고하거나 생체 정보를 활용하여 숙취, 피로 등을 사전에 파악하여 상황에 따른 작업자 안전관리를 가능하게 할 것이다. 또한 정해진 장소 이탈 등을 이탈하여 위험상황에 처했을 경우 등도 예방이 가능하다[21]. 또한 기존에 세팅된 데이터를 기반으로 작업전 미리 오작동이나 위험을 사전에 확인하고 자주 위험 상황이 발생하는 장소에 대한 경고가 가능하다. 위에서 언급된 작업자나 작업 환경에 대해 인공지능이 선별적인 감시를 하여 안전관리자가 해야할 업무의 강도를 줄이고 필요한 정보와 불필요한 정보가 섞인 데이터 홍수 속에서 가치있는 정보를 활용하는데 도움을 줄 것이다.

또한 이러한 선별 감시 체계는 데이터 저장 공간이나 분석에 대한 부담도 줄여줄 것으로 생각된다[3]. 이러한 데이터 활용 기술이 집약될 경우 폐기물을 기반으로 위험을 인지하는 알고리즘 개발 등 불필요하다고 생각되는 모든 데이터에서 가치를 창출하는 것이 가능해질 것이다. 이러한 투명하고 활발한 빅데이터 기술을 통한 작업장의 안전은 매우 증진될 것으로 기대된다. 현재 산재는 계속 발생하고 있지만, 산재가 발생하면 기업도 자신의 책임이 없음을 증명하기가 어렵고, 개인도 개인의 피해를 증명하기가 어려워 매번 갈등을 빚게 된다[21]. 이때 풍부한 실재 데이터를 기반으로 이러한 갈등 해결에도 도움이 될 것이다. 그리고 이러한 첨단 기술을 가진 사업장에는 친환경 인증제처럼 안전사업장 인증제 등을 도입하여 기업의 홍보와 개인의 안전의식 재고에 도움을 줄 수 있다.

앞서 밝힌 것처럼 작업장에서 발생하는 대부분의 데이터는 민감정보다. 이를 보호하고 저장할 대책 마련 없이는 연구 자체가 불가능할 것이고 법적인 개정을 요구하기도 어려울 것이다. 그리고 세부적으로 보더라도 정보의 저장기한이나 열람 권한 등에 있어서 갈등이 있을 것으로 예상된다. 이에 따라 초기에는 참여형 데이터 생산 체계를 도입해야 하는데, 사람들은 개인정보 제공에 있어 소극적인 측면이 있으므로 효과적인 홍보방안을 마련할 필요성이 대두된다. 그리고 데이터 처리를 통한 선별적인 관리는 효과적일 것이지만, 책임 소재를 불분명하게 할 우려가 있다. 안전 사고가 발생할 시 누구의 책임으로 볼 것인지를 두고 많은 논의가 필요해 보인다.

게다가 소규모 사업장에 대한 대책 마련도 중요하다. 소규모 사업장에서 발생하는 안전사고 비중이 높은 만큼 취약계층을 대상으로 한 기술개발이 선행되어야 할 것인데, 연구는 물론 디바이스 적용이나 데이터를 저장할 클라우드 등 위에서 언급된 모든 안전 조치는 사업장에 큰 부담으로 작용할 것이다. 따라서 빠른 알고리즘, 저장효율이 좋은 데이터 구조, 가격이 싼 디바이스 등 첨단 기술 연구에 앞장 서야할 필요성이 있다.

빅데이터 기술은 데이터를 기반으로 하는 만큼 양질의 데이터를 확보하는 것이 가장 중요하다. 따라서 산업안전분야에 빅데이터 기술을 적용하기 위해서는 산업안전분야의 데이터를 더욱 철저하게 연구해야 한다. 지금 센서 기술 등의 기반기술은 충분히 발전되고 있지만 이런 연구는 제대로 시작되지도 않았다고 생각된다. 따라서 관련 전문가와 이해관계자가 모여 어떤 데이터를 수집하고 어떻게 분석할 것인지 충분히 논의해야 한다. 또한 위에서 언급된 다양한 경제적, 법적인 문제 해결을 위해 의견을 나누는 자리가 많이 마련되어야 할 것이다.

이번 연구를 통해 작업장에서 일어나는 사고의 특성과 이와 관련하여 획득되는 데이터의 특성을 알아보았다. 또한 빅데이터 기술의 관점에서 산업안전분야를 전반적으로 알아보고, 빅데이터 기술을 적용했을 때, 장점이 무엇이고, 극복해야 할 문제점들이 무엇이 있는지 알아보았다.

산업안전분야에서 빅데이터를 활용하는 방식은 크게 세 가지로 나뉜다고 할 수 있다. 첫번째는 환경 데이터를 측정하여 유해 화학물질의 농도, 온도나 방사선 등을 지속적으로 확인하고 이를 분석하여 안전한 작업장을 만드는 것이다. 두번째는 바이오 데이터를 측정하여 작업자가 주변 환경에 어떤 영향을 받고 있는지 그리고 위험한 상황에 처했을 때 어떤 대처를 할 수 있는지 등을 평가하여 응급한 환경을 피할 수 있는 작업장을 만드는 것이다. 세번째는 이 두가지를 적절히 융합하여 융합적인 데이터 분석을 하는 것이다. 결국 빅데이터 기술이 지향해야 할 최종 목적지는 세번째 방식일 것이다.

그 외에도 데이터 분석은 당장 현재는 알 수 없는 여러가지 것들이나 익숙함 혹은 기타 이유로 놓치고 있던 정보들을 발견하는데 도움을 줄 수 있다. 지금은 무가치해 보이는 정보들의 조합과 분석이 어떤 결론을 낼지 알 수 없다. 그래서 그 가치는 무궁무진하다. 하지만 어떤 데이터를 측정하고 저장할 것인지를 결정하기 위해서는 산업별 특성과 관련 데이터를 연구하는 과정이 선행되어야 한다. 빅데이터에 대한 관심이 증대됨에 따라 센서기술, 자료구조, 알고리즘 등은 계속 발전하고 있지만, 산업보건 분야에서의 연구는 매우 더딘편이다. 따라서 어떤 데이터를 어떻게 모을지 그리고 어떻게 분석할지 등에 대한 충분한 연구가 선행되어야 할 것이다. 이후 보안 기술이 발전됨에 따라 민감정보 활용률이 높아지고 다양한 작업자의 데이터가 분석될 것이다. 이는 결국 기타 다양한 빅데이터 기반 기술들과 합쳐져 안전한 작업장을 만들 수 있을 것이다.

**4. 참고문헌**

[1] 이상필. 원동규, 인공지능과 제4차 산업혁명의 함의, 대한산업공학회 23(2) (2016) 13-22.

[2] 이정임. 김동영, 송미영, 김한수, 최민애, 경기도 환경분야 빅데이터의 구축과 활용, 경기연구원 정책연구 (2016) 1-152.

[3] 최유희. 박정호, 장병태, 작업장 안전사고 예방을 위한 스마트 안전관리 플랫폼의 구조, 대한전자공학회 (2019) 1297-1298.

[4] 류한국, 데이터 사이언스 기반의 안전사고 데이터 축적 및 분석을 위한 기초 연구, 대한건축학회 37(1) (2017) 875-876.

[5] Ilseok. Lee, B.S. Kim, S. Jin, An Investigation on the Unreported Accident to Promote the Safety Culture, Journal of the Ergonomics Society of Korea 38(6) (2019) 543-553.

[6] 조동제, 사업장의 안전ㆍ보건관리 유형별 산업재해 발생현황 비교, 한국산업보건학회지 28(3) (2018) 312-318.

[7] Hong.-kyu. Kim, S.-j. Moon, Design and Implementation of an Active Risk Situation Estimation System in Smart Healthcare Using Bio and Environmental Sensors, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 45(5) (2020) 914-925.

[8] 강성규. 함승헌, 윤충식, 산업보건에서의 사물인터넷(IoT), 클라우드, 빅데이터의 응용과 적용, 대한직업환경의학회 (2017) 48-49.

[9] M. G. Jeong, S. H. Lee, and C. S. Kim, “A Study on the Safety Index Service Model by Disaster Sector using Big Data Analysis,” Journal of the Society of Disaster Information, vol. 16, no. 4, (2020) 682–690.

[10] 박민호. 이미향, 김지훈, IoT 기반 공기질 플랫폼; KT Air Map Korea 프로젝트 사례, 한국대기환경학회 (2019) 86.

[11] 김우진. 전성우, 임현근, 강인식, 정회경, 대기 오염 정보 모니터링 시스템, 한국정보통신학회 24(1) (2020) 314-316.

[12] 이현섭. 김진덕, 배전반 안전사고 예측을 위한 빅데이터 자료 획득 방안, 한국정보통신학회 (2021) 351-353.

[13] 강성원. 이기식. 유위성. 신윤식, 건설현장 안전사고 빅데이터 기반 작업자별 프로파일 분석, 한국건축시공학회학회 (2021) 247-248.

[14] 김희철, 실시간 데이터 수집, 분석, 처리를 위한 지능형 IoT, 한국전자통신학회 14(2) (2019) 317-322.

[15] 이수민. 최길용, 이철민, 서성철, 대기오염에 따른 환경성 질환의 인자 분석:Big Data를 통한 Google 트렌드 데이터의 분석 및 영향, 한국환경보건학회지 44(6) (2018) 563-571.

[16] 조영욱. 김재명, 장병태, HSE 센서 데이터 기반 대규모 작업장 환경 위험 예측 모니터링 시스템 설계, 한국통신학회 (2018) 605-607.

[17] 이익모. 양지희, 황용우, 천영우, 문진영, 화학물질안전의 소셜빅데이터 분석을 위한 온톨로지 구축, 한국위험물학회지 (2018) 73-81.

[18] Jung.-ho. Eom, An Architecture of a Smart Safety Management System to prevent safety Accidents in Workplace, Journal of Digital Contents Society 21(4) (2020) 817-823.

[19] 김지민. 홍태훈, 재실자 중심 건축물 실내환경 평가 및 관리 시스템 개발 동향 및 추진 전략, 한국건설관리학회 18(4) (2017) 28-31.

[20] 송근호, 건축물의 실내공기질 관리를 위한 AI와 IOT 기술, 대한건축학회 63(7) (2019) 36-40.

[21] 성윤희, 4차 산업혁명 기술의 산업안전보건 적용 현황에 관한 연구 (2020)