

산 · 학 · 연 논문

4차 산업혁명 시대 식품공장의 지능형 자동화를 위한 전략

조 용 진

한국식품연구원 가공공정연구단

Strategy for Intelligent Automation of Food Factory
in the Era of the Fourth Industrial Revolution

Yong-Jin Cho

Research Group of Process Engineering, Korea Food Research Institute,
Wanju, Jeonbuk 55365, Korea

서 론

제4차 산업혁명이라는 구호가 우리 사회에서 일상화되고 있는 오늘날, 사회 전반의 영역에서 많은 현안이 우리에게 던져지고 있다. 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 2016년 스위스 다보스 포럼에서 제4차 산업혁명의 시대가 이미 시작되었다고 주장하면서 ‘제4차 산업혁명’이라는 용어를 명시적으로 제시하였다. 그는 자신의 저서를 통해 제4차 산업혁명의 영향력에 대해서 경제, 기업, 국가 세계, 사회, 개인의 5개 영역으로 구분하여 16개의 주요 주제를 소개하였던바, 경제 영역에서는 성장 가능성, 노동력의 위기, 노동의 본질이라는 3개 주제를 다루었고, 기업 영역에서는 파괴적 혁신과 기업, 고객 기대의 변화, 빅데이터를 활용한 품질 향상, 협력을 통한 혁신, 신기업 운영 모델이라는 5개 주제를 다루었으며, 국가세계 영역에서는 정부의 역할, 세계 체제의 개편, 국제안보 문제라는 3개의 주제를, 사회 영역에서는 불평등과 중산층, 권력을 얻은(잃은) 시민이라는 2개 주제에 대해서 제4차 산업혁명의 영향력을 소개하였고, 마지막으로 개인 영역에서는 정체성·도덕성·윤리, 휴면 커넥션, 공공 및 개인 정보 관리라는 3개 주제를 소개하였다(1).

클라우스 슈밥은 특히 정부의 역할에 대해서, 파괴적 혁신으로 인해 정부의 효율성이 떨어지는 반면에, 시민사회의 힘이 커지고 인구의 분열과 양극화가 심화되는 현상이 나타나므로 새로운 과학, 기술, 경제 및 사회 체제로 전환하는 데 있어 정부가 핵심 파트너의 역할을 해야 한다는 점을 지적하고 있다. 또한, 제4차 산업혁명을 맞아 실천방안으로 제시한 사례에서도 정부의 규제개혁과 창의적 아이디어의 소통체제 구축을 통해 상향식 시민창의를 극대화해야 함을 강조하고 있다(2).

우리나라에서도 제4차 산업혁명기에서 파괴적 혁신의 중요성을 강조하고 있는바, 최근 국가적 의제(agenda)를

과거 ‘추격형(fast-follower)’에서 ‘선도형(first-mover)’으로 입장의 전환을 선언하고 있다. 1997년 11월에 발생한 외환위기 이후, 한국의 기업들은 정부의 입장 전환보다 이미 앞서서 추종자(fast follower)에서 선도자(first mover)로 나서는 전략을 모색해 왔다(3). 다만, 아쉬운 점으로서, 국가연구개발을 비롯한 국가의 정책도 추격형에서 선도형으로 전환하였지만, 현재까지 선도형 체제로 패러다임을 전환하려는 노력을 계속하고는 있으나 단기적 정책의 치중 등의 원인으로 인하여 동원된 정책의 적절성에 대해서는 근본적인 의문을 제기하고 있는 현실을 부인하기 어렵다는 점도 있다(4).

제4차 산업혁명기 시대정신의 핵심은 혁신성에 바탕을 둔 창의성이다. 그것은 선도형 모델이 성공하기 위해 필수적으로 요구되는 조건이기도 하다. 우리 정부는 국가의 혁신성을 구현하기 위해 여러 가지 노력을 하고 있고, 특히 국가연구개발사업에서 창의성과 혁신성을 극대화하기 위한 노력의 일환으로서 2015년에 ‘정부 R&D 혁신방안’을 수립하였고, 2017년 신정부에서는 정부출범을 하면서 ‘과학기술혁신본부’를 신설하였다. 이를 통해 추격형 R&D 체제를 극복하여 선도형 R&D 체제를 정착시키려고 노력하고 있다. 이러한 노력은 제4차 산업혁명을 대비하는 면에서 합당하다고 평가할 수 있다.

그러나, 아직 산업이나 연구 현장에서는 제4차 산업혁명에 대한 이해가 부족하거나 혼란스러워하는 경향(일부 과학기술자는 제4차 산업혁명은 존재하지 않으며, 단지 산업 4.0으로서 제3차 산업혁명의 연장에 불과하다고 주장하고 있음)이 있어 이에 대한 이해부터 제대로 할 필요성이 제기되고 있다. 이에 산업혁명의 의의와 특징을 이해하고 나아가서 제4차 산업혁명을 지배하는 핵심적 기술이 무엇인지에 대한 이해도 필요할 것이다.

따라서, 본고에서는 4차 산업혁명기를 맞아 식품산업에서 지능형 공장자동화를 추구함에 있어 이해가 필요한 핵심 개념과 그에 부합하는 전략을 소개하고자 하는바,

구체적으로 첫째, 산업혁명의 의의와 변천을 비롯하여 제4차 산업혁명의 특징을 살펴보고, 둘째, 제4차 산업혁명의 핵심기술을 식품산업의 지능형 자동화 입장에서 살펴본 후, 마지막으로 식품공장의 지능형 자동화를 위한 미래과제를 제시해 보고자 한다.

산업혁명 핵심 기술의 특징 및 활용 관점

산업혁명의 변천과 의의

산업혁명의 사전적 정의는 “생산기술과 그에 따른 사회조직의 큰 변화”라고 소개되고 있다. 이러한 정의가 가지는 산업혁명의 의미는 단순히 생산기술의 진보 내지 비약적 진보만이 아니라 생산기술의 진보로 인해 아예 사회의 구조가 과거와는 다른 모습으로 크게 변화를 보인다는 것이다. 특히, 과학기술의 관점에서 산업혁명의 의미를 살펴보면, 그것은 패러다임의 변화를 의미하는 것이며, 보다 구체적으로 첫째, 공상적 과학이 기술로 현실화되는 것이고, 둘째, 종래의 기술에 대해 파괴적 기술로서의 신기술이 등장하여 종래의 기술이 주류 기술의 역할을 상실하거나 아예 사라지는 현상을 보이는 것이다.

역사를 통해 알 수 있듯이, 제1차 산업혁명부터 제4차 산업혁명까지의 변천을 개략적으로 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다. 우선 각 산업혁명의 시기를 보면, 연구자에 따라 약간의 차이를 보이기는 하지만 Moon의 제시에 따르면, 1차 산업혁명은 1760년부터 1870년까지, 2차 산업혁명은 1870년부터 1960년까지, 3차 산업혁명은 1960년부터 2015년까지, 4차 산업혁명은 2015년부터 시작되었다고 소개하고 있다(5).

제1차 산업혁명기의 핵심기술에 대해서는 증기기관의 발명으로 대표된다. 증기기관은 섬유산업, 제분산업을 비롯한 각 영역의 제조설비를 기계화하는 원동력이 되었으며, 나아가서 마차를 대체하는 철도산업 등 교통산업을 비약적으로 발전시켰다. 이때 사회를 규율하는 새로운 법제의 탄생을 압박하는 사회 분위기가 형성되었던바, 법제는 양단으로 나뉘어 이원화의 길을 보였다. 즉, 하나는 종래의 사회 시스템을 보호하는 법제의 출현으로 나타난 반면에, 다른 하나는 새로운 사회 시스템을 지지하는 법제의 출현으로 나타났다. 예를 들면, 1865년 영국에서 제정된 세계 최초의 자동차 교통법으로서 ‘적기법(Red Flag Act)’이 제정되었는데, 이 법제는 자동차의 운행을 제한하는 법제로서 현재는 잘못된 규제법의 대표적 사례로서 이해되고 있다. 반면에 이 법제를 뒤집어 보면, 종래의 사회 시스템에서는 볼 수 없는 새로운 시스템인 자동차를 법적으로 인정하고 그 운행을 법적으로 규율하는 세계 최초의 법이라는 점에서 의의가 있다.

제2차 산업혁명기의 핵심기술은 전기이다. 전기의 출현으로 인하여 ‘라인생산’이 가능해졌고, ‘라인생산’은 과거에는 상상도 하지 못한 대량생산이 가능하게 하였다. 대표적인 예가 ‘포드자동차’의 라인생산이다. 포드자동차

의 ‘모델 T’는 컨베이어 시스템(conveyor system)에 의한 최초의 대량생산 자동차이며, 가격은 종래의 900달러에서 300달러로 낮춰졌다. 이로써 ‘모델 T’는 본격적인 자동차의 대중화 시대를 견인하였다. 1차 산업혁명은 영국이 주도한 반면에, 2차 산업혁명기에서는 독일, 프랑스, 미국 등이 두각을 나타내어 세계적으로 선도국의 지위를 차지하게 되었다.

제3차 산업혁명을 불러일으킨 핵심기술은 컴퓨터와 인터넷이다. 종래의 사회 시스템은 아날로그 기술에 기반을 두었다면 3차 산업혁명기에서는 디지털 기술에 기반을 두고 있다. 디지털 기술은 특히 통신 영역에서 혁신적인 성과를 거두어 시간과 공간을 초월하는 사회 시스템 즉, 전 세계를 이웃으로 만드는 사회 시스템을 구축하게 되었다.

4차 산업혁명은 앞의 서론에서 언급한 바와 같이 2016년 다보스 포럼에서 클라우드 슈밥이 이제 4차 산업혁명이 이미 시작되었다고 주장하면서 관심의 대상이 되었다. 4차 산업혁명의 핵심기술은 사물인터넷, 클라우드 시스템, 빅데이터, 모바일 등이며, 이러한 기술들에 의해 출현하고 있는 핵심 제품은 인공지능과 로봇이다. 4차 산업혁명의 의의는 ‘초지능사회(superintelligence)’와 ‘초연결사회(hyperconnectivity)’를 지향하고 있다는 점이다. 한편, 4차 산업혁명의 도래에 대해서, 현재는 4차 산업혁명기가 아니라 아직 3차 산업혁명의 연장이라는 주장이 있는바, 이러한 주장의 근거는 현재 산업기술의 핵심기술이 3차 산업혁명기의 핵심기술에 비해서 어느 정도의 진보는 있으나 근본적으로 달라진 것이 없다는 입장에 기인하는 것이다.

제4차 산업혁명 핵심 기술의 특징 및 활용 관점

제4차 산업혁명은 흔히 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile)의 혁명으로 일컬어지고 있거나 또는 SMAC(Social Networks, Mobile Platforms and Applications, Advanced Analytics and Big Data, Cloud and the Artificial Intelligence)의 혁명으로 거론되고 있다(6,7). 이러한 핵심기술 덕분에, 예측가능에 의한 비용절감, 기계대 기계 통신의 고속화 및 지능화, 인간 대 기계의 상호작용 향상이라는 3대 현상이 나타난다고 평가받고 있다. 그러나 제4차 산업혁명 관련 기술들의 특징으로 인하여 그 기술들이 고도화될수록 근원적으로 안전상 내지 보안상의 잠재적 위험이 상존하고 있을뿐더러 그 위험의 크기 면에서도 심각성이 우려되고 있다고 하는 지적도 있다. 결국 제1차 산업혁명부터 제4차 산업혁명까지 경험하고 있는 것으로서, 산업혁명 시기에는 편익에 대한 기대감과 동시에 미래의 불확실성이 확대되는 현상이 나타나고 있는 것이다.

4차 산업혁명에 대해서, 클라우드 슈밥 등 많은 과학기술자와 사회과학자들은, 일부에서 진정한 4차 산업혁명기는 아직 도래하지 않았고 여전히 3차 산업혁명기에 머

물고 있다고 주장하고 있으나, 3가지의 특성, 즉 속도, 범위와 깊이, 시스템 충격이라는 특성으로 볼 때 이제 4차 산업혁명이 시작되었다고 주장하고 있다(1). 구체적으로 속도의 관점에서 보면 1차부터 3차 산업혁명은 그 전개 속도가 선형적이었다면 4차 산업혁명은 기하급수적 전개 속도를 보이고, 범위와 깊이의 관점에서 보면 과학기술의 융합에 의해 개인뿐만 아니라 사회 전체에서 그리고 경제, 사회, 문화 등의 전 영역에서 종래에 보지 못했던 패러다임의 전환을 야기하고 있으며, 시스템 충격의 관점에서 보면 국가 간, 기업 간, 산업 간, 나아가서 사회 전체 시스템의 변화를 불러일으키고 있다는 것이다. 특히, 인공지능과 로봇으로 인해 종래의 산업혁명기에는 ‘무엇을’, ‘어떻게’의 문제가 주류를 이루었다면 4차 산업혁명기에는 ‘우리가 누구인가’에 대한 문제도 촉발되고 있다는 것이다.

4차 산업혁명기에는 ‘더 넓은 범위’와 ‘더 빠른 속도’의 특성을 담고 있어 두 개의 핵심어인 ‘초지능’과 ‘초연결’로 함축되고 있다. 그러므로 종래의 패러다임에서는 지식의 축적이 주요 관심사였다면 이에 반해서 4차 산업혁명기에서는 창의와 혁신을 요구하고 있다. 창의와 혁신은 도전과 실패를 기반으로 이루어진다는 점에서 이익을 제기할 사람은 없을 것이다.

한편, 도전과 실패를 용인하는 사회는 문화적 관점에서만 주장할 사안이 아니다. 도전과 실패를 용인하는 사회가 제대로 구축되기 위해서는 관련 법제의 정비도 필수적이다. 특히, 국가연구개발사업의 경우 미래사회를 견인하는 데 있어 핵심기술을 도모한다는 점에서 창의적이고 혁신적인 국가연구개발을 적극 장려하기 위해서는 관련 법제의 뒷받침이 절실히 요구되고 있다. 현재, 우리나라에는 4차 산업혁명과 관련한 법령으로서 2017년 8월 22일에 제정된 대통령령인 “4차 산업혁명위원회의 설치 및 운영에 관한 규정”이 유일하다.

식품공장의 지능형 자동화를 구현하는 핵심기술

식품공장의 지능형 자동화는 단순히 생산 라인의 지능형 자동화를 구현하는 것에 그치지 않는다. 4차 산업혁명 시대에 걸맞은 식품공장의 지능형 자동화 역시 4차 산업혁명의 핵심 개념인 ‘초지능’과 ‘초연결’의 개념이 중심을 잡는 것이 당연하겠다. 소비자와 생산자 사이를 연결하는 ‘초연결’이 구현되어야 하고, 그 연결 시스템에서 수집되는 데이터를 ‘초지능’으로 다룰 수 있어야 한다. 한편으로 생산자와 생산자 사이, 생산자와 생산설비 사이, 생산설비와 생산설비 사이를 연결하는 ‘초연결’이 구현되어야 하고, 역시 그 연결 시스템에서 수집되는 데이터를 ‘초지능’으로 다룰 수 있어야 한다.

식품공장의 지능형 자동화를 위해 위와 같은 기능 즉, ‘초연결’과 ‘초지능’을 수행하는 핵심기술은 4차 산업혁명의 핵심기술과 같다고 볼 수 있다. 그것은 바로, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 그리고 모바일

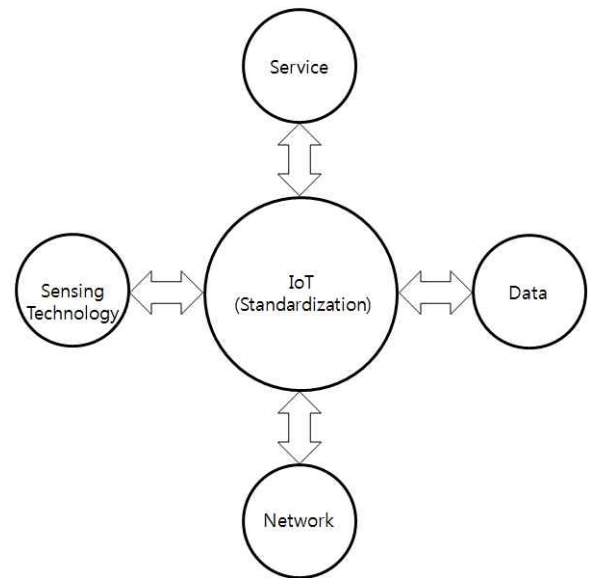


Fig. 1. Structure of system of internet of things (IoT).

기술이 4대 핵심 요소기술이다.

사물인터넷

사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 4차 산업혁명의 초연결성을 구현하는 수단으로써 사람, 기계 등 모든 개체(entity)를 인터넷으로 연결하는 핵심도구이다. 연결 방법은 유·무선을 구분하지 않는다. 사물인터넷 시스템의 일반적인 구조는 Fig. 1과 같다(7). Fig. 1에서 보는 바와 같이, 사물인터넷 시스템은 센서기술, 데이터, 네트워크, 서비스로 구성되며, 표준화된 시스템이 필수적이다.

현재, 사물인터넷 시스템에서 센서 플랫폼으로 사용되고 있는 제품으로는 Arduino(Atmel), Raspberry Pi (Broadcom), BeagleBone(TI), Galileo(Intel) 등이 대표적이고, 네트워크로는 ZigBee, Bluetooth, Z-Wave, WiFi 등이 활용되고 있다.

식품공장의 지능형 자동화를 위한 사물인터넷은 몇 가지 특징을 요구한다. 첫째, 식품제조용 기계뿐만 아니라 작업자, 관리자, 경영자 등 모든 개체 사이의 통신 네트워크가 연결되어야 한다. 둘째, 공장 내부 사이뿐만 아니라 승인된 외부 개체 사이의 연결망이 구축되어야 한다. 셋째, 각종 센서나 통신망을 통한 정보를 수집 및 활용함에 있어 인간지능과 함께 인공지능에 의해서도 작동될 수 있어야 한다. 마지막으로, 사물인터넷은 클라우드 컴퓨팅으로 구현되는 것까지 포함될 수 있는 특징을 요구한다(7-11).

클라우드 컴퓨팅

Fig. 2는 클라우드 컴퓨팅 시스템의 구조를 나타낸 것으로서, 일반적으로 가장 하부에 물리적 시스템 층을 두고, 이를 바탕으로 하여 가상화 층, 프로비저닝 층, 마지막으로 서비스관리 층으로 구성된다(7,12).

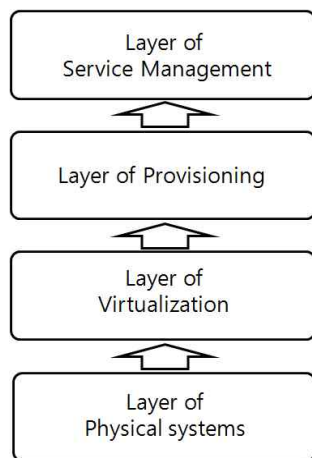


Fig. 2. Structure of cloud computing.

물리적 시스템 층(layer of physical systems)의 구성 요소로는 서버, 스토리지, 네트워크 장비 등이 있으며 하드웨어 영역에 해당한다. 가상화 층(layer of virtualization)은 클라우드 상에서 제공하는 가상 머신, 가상 스토리지, 가상 네트워크 등 가상의 인프라 영역을 의미한다. 프로비저닝(provisioning)은 ‘이용자의 요구에 따라 신속한 서비스를 제공함’을 의미하는 용어로서, 이 층은 이용자의 요구에 따라 가상 인프라를 생성하는 영역으로서 관리체계 층에서 내려진 프로비저닝 명령에 따라 가상 인프라를 생성하거나 삭제하는 기능을 수행하게 된다. 서비스관리 층은 성능과 가용성, 자원, 사용량과 계정을 관리하는 영역이며, 가장 중요한 기능 중의 하나인 보안을 관리하는 층이다(7,13,14).

한편, 클라우드 컴퓨팅에서 기반기술에 해당하는 기술은 서버 가상화, 네트워크 가상화, 분산 스토리지 및 파일 동기화, 스택(stack), 셀프서비스 포털, 권한관리기술 등이다.

빅데이터

빅데이터(Big Data)는 단순히 많은 양의 데이터를 의미하는 것 이상으로서 이제는 고유명사화되어 있는바, ‘빅데이터 기술’을 의미하기도 하는데, 고유의 3대 특성을 가지고 있기 때문이다. 즉, 빅데이터는 볼륨(volume), 속도(velocity), 다양성(variety)이라는 특성을 갖는다. 볼륨의 경우, 과거에는 상상도 하지 못하는 양의 데이터를 다루게 되는데, 2019년에 지구상에서 생성된 데이터 양은 33 yottabyte에 이를 것으로 전망되고 있는바, 1 yottabyte는 1 byte의 10^{24} 에 해당하는 양이다. 속도의 경우, 두 가지 측면이 고려되는데, 하나는 데이터가 과거에는 상상도 하지 못한 속도로 생성된다는 것이고, 다른 하나는 방대한 양의 데이터를 처리하고 판단하는 속도가 과거와는 비교되지 않을 정도라는 것이다. 마지막으로 다양성에 대해 살펴보면, 데이터는 전통적으로 정형 데이터(structured data)를 가리켰지만, 빅데이터에서는 문자,

오디오, 비디오 등 비정형 데이터(unstructured data)까지 다루게 된다(15-18).

한편, 빅데이터 기술의 체계는 기반기술, 융합기술, 응용기술 영역으로 구분되며, 기반기술에는 데이터의 수집 기술, 저장기술, 처리기술, 활용기술 등이 포함된다.

모바일

모바일(Mobile) 기술은 종전의 좁은 의미로 휴대폰, 게임기 등 사람이 휴대하는 소형화 기기를 의미하였지만, 4차 산업혁명 시대에는 보다 광범위하게 사용되고 있다. 즉, 스마트 워치(smart watch), 웨어러블 컴퓨터(wearable computer) 등 다양한 모바일 기기 모두를 포함한다.

모바일 기술은 크게 고속 통신과 근거리 무선통신으로 구분할 수 있다. 전자의 플랫폼으로는 고속 통신용으로서 CDMA, WCDMA, WiFi, LTE 등이 있고, 후자의 플랫폼은 ZigBee, Bluetooth, NFC 등으로서 저전력 및 저비용의 근거리 무선통신용이다. 식품공장의 지능형 자동화를 위해서는 주로 근거리 무선통신망이 사용된다(7,19-24).

식품공장의 지능형 자동화 고려 사항

4차 산업혁명 시대를 맞이하여 식품공장을 지능형 자동화로 구현하기 위해서는 앞에서 살펴본 기술적 측면이 매우 중요하다는 점을 결코 과소평가할 수 없지만 표준화 문제와 보안 문제라는 두 가지 문제를 매우 심각하게 다루어야 한다.

이미 앞에서 다루었듯이 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일이라는 4차 산업혁명의 핵심기술은 누가 표준화 기술을 선점하는가 내지 지배적 표준화 기술을 채택하는가에 따라 지능형 공장자동화의 확장성을 좌우하게 되기 때문이다. 이러한 표준화 기술은 세계 유일의 표준화 기술로 수립하기보다는 다원화되는 경향이 있기 때문에 식품공장에서 지능형 자동화를 위해 선정하는 각종 플랫폼 기술은 관련 표준화 기술의 세계적 추이를 잘 살펴보아야 하는 것이 필수적이다(25).

또 다른 문제인 보안문제는 기술보안과 개인정보보호를 모두 포함한다. 개인정보보호를 소홀히 다룰 경우, 법적 분쟁 등 예기치 못한 문제가 커지게 되면 기업이 관리할 수 있는 능력을 벗어나게 되고 결국 파산의 위험을 가지게 될지도 모른다. 기술보안 문제는 4차 산업혁명 시대에는 ‘공유경제’ 등 데이터와 자원을 공유하거나 공동 활용하는 사례가 빈번히 발생하므로 이에 대한 대비책이 사전에 갖추어져 있어야 한다.

끝으로, 이러한 관점에서 식품공장의 지능형 자동화를 위한 전략의 방향을 소개하면 다음과 같다. 첫째, 식품공장의 지능형 자동화는 개인맞춤형 제조를 지향해야 한다. 개인맞춤형 데이터에 따라 다품종 소량생산을 적극 활용할 경우 식품제조 경쟁력을 크게 향상시킬 수 있다. 둘째, 인간중심의 제조가 되어야 한다. 식품공장의 지

능형 자동화는 생산성 향상을 지향하기도 하지만 안전한 식품, 그리고 작업자의 안전을 극대화하는 지능형 자동화가 되어야 한다. 마지막으로, 신속하고 최적화된 식품제조를 지향해야 한다. 빅데이터를 활용하여 소비자의 수요를 최단기, 단기, 장기 등으로 구분하여 생산 및 유통 전략을 수립할 수 있다. 이렇게 하면 소비자의 만족을 극대화할 수 있을 뿐만 아니라 경영의 효율화를 극대화할 수 있다.

결론

2016년 다보스 포럼에서 제4차 산업혁명이라는 용어가 등장한 지 2년이 지난 시점에서 4차 산업혁명은 벌써 우리 생활 속에 깊숙이 침투해 있는 듯하다. 각국은 4차 산업혁명을 선도하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있고, 우리나라도 예외는 아니다. 특히, 식품산업은 전통적으로 소비자 데이터, 문화 데이터, 경제 데이터 등 데이터가 매우 중요한 산업일 뿐만 아니라 4차 산업혁명의 핵심기술 중의 하나인 빅데이터와 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 혁신의 기로에 서 있다고 할 수 있다.

4차 산업혁명의 핵심 개념은 초지능과 초연결인바, 식품공장의 지능형 자동화를 구현하기 위해서도 초지능과 초연결의 개념을 도입해야 한다. 이를 구현하는 핵심기술인 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 그리고 모바일 기술에 대한 이해가 필수적이다. 이러한 핵심기술의 저변에는 기술보안과 개인정보보호라는 문제가 깔려 있다는 점도 잊지 말아야 한다. 끝으로, 식품공장의 지능형 자동화를 구현하기 위해 요구되는 3대 전략 방향으로서 개인맞춤형 식품제조, 인간중심의 식품제조, 신속하고 최적화된 식품제조라는 것을 제안하고자 한다.

참고문헌

- Schwab K. 2016. The Fourth Industrial Revolution. Saeroun Hyunjae, Seoul, Korea. p 55-168.
- Chun Y. 2017. The fourth industrial revolution: leadership and national innovation strategy. The Forum of Korean Administration, Korea. Vol 156, p 18-19.
- Chung G, Kang W, Kang H, Kim Y, Kim C. 2008. 20 Years in Business Administration in Korea. The Report of Samsung Economic Research Institute, Seoul, Korea. p 190-191.
- Lee S, Chang P, Lee Y, Chang C, Lee J, Kim S, Yeo Y. 2016. Analyzing STI policy issues and exploring alternative policies in the transition era. Survey Research 2016-01. Science and Technology Policy Institute, Sejong, Korea. p 1-20.
- Moon G. 2017. Time to restart for future-let's restart. Proceeding of the Third Colloquium. Scientists and Engineers' Association of National Research Institutes, Daejeon, Korea. p 36-52.
- Bloem J, van Doorn M, Duivestijn S, Excoffier D, Maas R, van Ommeren E. 2014. *The fourth industrial revolution: Things to tighten the link between IT and OT*. VINT research report 3 of 4, Sogeti, Gronigen, Netherlands. p 3.
- Cho Y. 2018. Intelligent automation of food factory. In *the Fourth Industrial Revolution and Food Industry*. SicAn Yeon, Seoul, Korea. p 165-169.
- Sivamani S, Bae N, Cho Y. 2013. A smart service model based on ubiquitous sensor networks using vertical farm ontology. *Int J Distrib Sens Netw* 2013: 161495.
- Zhang Q, Huang T, Zhu Y, Qin M. 2013. A case study on sensor data collection and analysis in smart city: provenance in smart food supply chain. *Int J Dis Sens Netw* 2013: 382132.
- Hong I, Park S, Lee B, Lee J, Jeong D, Park S. 2014. IoT-based smart garbage system for efficient food waste management. *Int J Dis Sens Netw* 2014: 646953.
- Zou Z, Chen Q, Uysal I, Zheng L. 2014. Radio frequency identification enabled wireless sensing for intelligent food logistics. *Phil Trans R Soc A* 372: 20130313.
- Christensen LB, Engell-Nørregård MP. 2016. Augmented reality in the slaughterhouse - a future operation facility?. *Cogent Food Agric* 2: 1188678.
- Lee J, Jun S, Chang TW, Park J. 2017. A smartness assessment framework for smart factories using analytic network process. *Sustainability* 9: 794.
- Uhlmann E, Laghmouchi A, Geisert C, Hohwieler E. 2017. Decentralized data analytics for maintenance in industrie 4.0. *Procedia Manuf* 11: 1120-1126.
- Kalyvas JR, Overly MR. 2015. *Big data: A business and legal guide*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 1-53.
- Giagnocavo C, Bienvenido F, Ming L, Yurong Z, Sanchez-Molina JA, Xinting Y. 2017. Agricultural cooperatives and the role of organisational models in new intelligent traceability systems and big data analysis. *Int J Agric Biol Eng* 10(5): 115-125.
- Han SL, Kim TH, Lee JH, Kim HS. 2017. A study on the application of SNS big data to the industry in the fourth industrial revolution. *Culi Sci Hos Res* 23(7): 1-10.
- Ku JH. 2017. A study on the platform for Big Data analysis of manufacturing process. *J Conv Infor Technol* 7(5): 177-182.
- Bayu MZ, Arshad H, Ali NM. 2013. Nutritional information visualization using mobile Augmented Reality technology. *Proc Technol* 11: 396-402.
- Bello-Bravo J, Lovett PN, Pittendrigh BR. 2015. The evolution of shea butter's "Paradox of *paradox*" and the potential opportunity for information and communication technology (ICT) to improve quality, market access and women's livelihoods across rural Africa. *Sustainability* 7: 5752-5772.
- Feiyang Z, Yueming H, Liancheng C, Lihong G, Wenjie D, Lu W. 2016. Monitoring behavior of poultry based on RFID radio frequency network. *Int J Agric Biol Eng* 9(6): 139-147.
- Jin H, Qin Y, Liang H, Wan L, Lan H, Chen G, Liu R, Zheng LR, Chiang P, Hong ZL. 2017. A mobile-based high sensitivity on-field organophosphorus compounds detecting system for IoT-based food safety tracking. *J Sens* 2017: 8797435.
- Masoni R, Ferrise F, Bordegoni M, Gattullo M, Uva AE, Fiorentino M, Carrabba E, Di Donato M. 2017. Supporting remote maintenance in Industry 4.0 through Augmented

- Reality. *Proc Technol* 11: 1296-1302.
24. Rateni G, Dario P, Cavallo F. 2017. Smartphone-based food diagnostic technologies: a review. *Sensors* 17: 1453.
25. Choi SS, Jung K, Kulvatunyou B, Morris KC. 2016. An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems. *J Res Natl Inst Stand Technol* 121: 422-433.