

디지털 데이터 중심의 시 기반 환경인지 생산기술 개발 방향

Development of AI-based Cognitive Production Technology for Digital Data-driven Agriculture, Livestock Farming, and Fisheries

김세한 (S.H. Kim, shkim72@etri.re.kr)

지능형시스템연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

Since the recent COVID-19 pandemic, countries have been strengthening trade protection for their security, and the importance of securing strategic materials, such as food, is drawing attention. In addition to the cultural aspects, the global preference for food produced in Korea is increasing because of the Korean Wave. Thus, the Korean food industry can be developed into a high-value-added export food industry. Currently, Korea has a low self-sufficiency rate for foodstuffs apart from rice. Korea also suffers from problems arising from population decline, aging, rapid climate change, and various animal and plant diseases. It is necessary to develop technologies that can overcome the production structures highly dependent on the outside world of food and foster them into export-type system industries. The global agricultural industry-related technologies are actively being modified via data accumulation, e.g., environmental data, production information, and distribution and consumption information in climate and production facilities, and by actively expanding the introduction of the latest information and communication technologies such as big data and artificial intelligence. However, long-term research and investment should precede the field of living organisms. Compared to other industries, it is necessary to overcome poor production and labor environment investment efficiency in the food industry with respect to the production cost, equipment postmanagement, development tailored to the eye level of field workers, and service models suitable for production facilities of various sizes. This paper discusses the flow of domestic and international technologies that form the core issues of the site centered on the 4th Industrial Revolution in the field of agriculture, livestock, and fisheries. It also explains the environmental awareness production technologies centered on sustainable intelligence platforms that link climate change responses, optimization of energy costs, and mass production for unmanned production, distribution, and consumption using the unstructured data obtained based on detection and growth measurement data.

KEYWORDS 스마트 팜, 애니몰팜, 아쿠아팜, 인공지능, 디지털트윈

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360106>

* 본 고는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[No.2018-0-00387, 축산질병 예방 및 통제 관리를 위한 ICT 기반의 지능형 스마트 안전축사 기술개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2021 한국전자통신연구원

I. 서론

ICT 융합 분야는 제4차 산업혁명의 다양한 지능 정보 기술과 응용 도메인의 데이터를 융합하여 미래사회 문제에 대응하고, 전 산업의 디지털 전환을 통해 사람을 중심으로 혁신적인 新 융합 기술·서비스 실현을 목표로 한다. 이는 기존 산업구조 기반에서 마련된 기술 중심 전략의 단점인 단순한 물리적 협력 차원에서 ICT 기술을 뒷받침하는 이론에서 파생한 새로운 융합 신기술의 화학적 결합 및 새로운 수요 발굴을 통해 미래 신성장동력 산업을 주도하기 위함이다. 중장기적 관점에서 ICT 융합은 인간을 위한 도구로써 기술 중심이 아닌 인간의 편리하고 안전한 삶을 지원하고 사회와 각 도메인 전체의 다양한 부작용에 대한 어려움과 솔루션을 해결하는 데 필요한 핵심기술 개발을 추구한다[1]. 이는 초개인화·초자동화·초연결화로 변화하는 미래사회에서 모두의 지속 가능한 삶을 제공하기 위함이며, 농·축·수산과 같은 전통산업의 디지털 전환 등을 통해 혁신적인 新 산업·서비스 창출하는 기술이다.

전통산업 중심의 농·축·수산 분야는 사람·환경·생물의 상호관계 해석과 생산·유통·가공·서비스 등에서 발생하는 전주기(Total Cycle) 데이터 중심의 디지털화를 통한 지속 가능한 미래를 창출하는 신산업으로 발전할 것으로 전망된다.

본 고 II장에서는 농·축·수산 분야의 산업 및 기술의 핵심 이슈화 시장현황을 살펴본다. III장에서는 농·축·수산 분야의 최근 기술 현황과 국내외 표준현황, IV장에서는 향후 미래 먹거리인 농·축·수산 분야의 연구개발 방향, V장의 결론에서는 인지 중심의 미래기술 개발 방향에 대해 논의한다.

II. 농·축·수산 분야의 핵심 이슈

스마트 팜은 시설원예, 축산, 수산, 안전 먹거리 등 분야에 지능정보 기술을 접목하여 노동력 절감, 생산성 향상, 개인화 소비, 유통 및 수출 효율화 등 농·축·수산을 위한 서비스의 총칭을 의미한다. 농·축·수산 분야는 국가 간 식량의 무기화, 환경 보존을 위한 각국의 전략화, 선진국에서 개발도상 국가로의 고품질 생산 플랫폼의 확대 양상을 보이고 있으며, 장기간의 데이터 수집 및 데이터의 디지털화와 지능화를 통한 다국적 기업의 기술 및 시장 지배력이 점차 강화되고 있는 분야로 차세대 먹거리 산업 및 국내 산업 보호의 중요한 역할을 담당한다. 또한 생산·유통·가공·서비스 등 요소 기술 개발 위주에서 전 계층의 정보 연결을 위한 플랫폼 중심의 기술개발 및 현장 중심의 기술보급과 글로벌 산업형 시스템 기술로의 진화가 이루어지고 있다. 현재 기술 수준은 2세대의 편의 중심의 자동화 기술이며, 향후 10년 동안 3세대 플랜트형 생산기술과 생산+유통+소비의 정보연결형 지능화 스마트 팜으로의 발전이 예상된다. 장기적으로 완전 무인화를 통해 24시간 지속되는 농·작업 등 다양한 환경의 적용 및 지속가능한 농·축·수산 방향으로 발전될 것으로 예상된다. 스마트 팜에서 기술은 실제 농가에서 운영 가능한 기술 구분 형태로 사용 범위에 따라 편의성, 지능화, 에너지 등의 효율화, 모든 과정 지능화 형태의 기술을 의미한다. 농·축·수산 분야에 적용되는 ICT 기술은 IoT, 빅데이터, 인공지능, 디지털트윈 기술을 중심으로 하는 새로운 시스템 산업의 창출, 기후변화, 에너지, 질병을 극복하고 종사자의 근로복지와 관련 공공산업 측면산업의 육성 등 산업과 농·어촌 사회 문제해결을 통한 경쟁력 향상 방향을 위한 새로운

부가가치 창출 방향으로 진화하고 있다.

농업선진국으로 알려진 네덜란드의 농·축산 분야의 생산인구는 총인구의 2% 수준이며, 식품 가공산업과 수출이 전체 산업에 큰 비중을 차지한다. 이는 최첨단 기술에 힘입어 높은 생산성을 자랑하고 국가 차원의 지원을 통해 다국적 기업들이 본사를 두고 연구 협력을 통한 결과물이기도 하다. 지역의 사용이 쉬운 평지형 지형, 해양성 기후로 겨울에도 영하로 잘 떨어지지 않으며, 여름은 평균 22℃ 전후 수준이다. 농업에 불리한 기후를 극복하고자 하는 노력이 결국은 농업 대국으로 만들게 되었다. 이런 선진국의 기업형 기술의 일부가 국내에도 도입되고 있으나, 서로 다른 기후와 먹거리에 대한 차이로 한국에서는 선진국 수준의 생산성을 얻는 것이 매우 어렵다. 이는 한국에 적합한 관련 기술개발이 꼭 필요한 이유이며, 향후 한국과 유사한 기후를 갖는 나라로 진출하기 위한 해외 산업으로의 발전이 필요한 이유이기도 하다.

농·축·수산 분야에서 데이터를 중심으로 ICT 기술의 적용은 세계적 흐름이다. 농·축산 현장에 사용이 가능한 기술과 생산뿐만 아니라 유통, 소비에 이르는 전주기 데이터를 중심으로 하는 플랫폼과 데이터분석 지능화를 통한 선진국과의 기술격차 해소를 통해 세계 최고 수준의 기술개발이 진행되는 것은 물론 현장 적용을 통한 검증이 필요하다.

지능화를 위한 핵심기술의 바탕을 이루는 디지털 전주기 데이터는 작물, 가축, 어류의 기초 데이터인 품종별 생리와 특성, 재배(사육, 양성)에 따른 기초 데이터(Raw Data)를 얻고, 목적에 맞는 데이터의 가공과 분석이 중요하며, R&D와 사업화를 위한 목적에 따라 데이터의 종류와 제공 방식이 다르다. 생산되는 시설과 환경의 고려 없이 센서 데이터만 수집되는 경우, 환경 데이터만 수집되

고 생육과 생산량 데이터만 수집되는 데이터만을 고려하는 경우, 현장의 작업 방식에 대한 정보 없이 환경과 생육데이터만 수집되는 경우는 그 데이터의 활용성이 매우 떨어진다. 농·축·수산에 필요한 데이터는 살아 있는 생물을 다루고 동반되는 다양한 작업 방식이 필수인 만큼 기존 다른 산업의 데이터보다 수집 및 제공에 있어 복잡한 생태계 및 해당 목적이 반드시 고려되어야 한다.

스마트 팜 데이터는 기업, 연구자, 농민 등 원하는 데이터의 다양성이 존재하며, 다양성을 고려한 플랫폼 중심의 스마트 팜은 필수 요소이다. 스마트 팜을 위한 데이터는 목적 및 형태에 따라 다양하게 구분할 수 있다. 스마트 팜 데이터는 작물을 재배하는 시설, 시설 내·외부의 환경 및 제어 정보, 작물정보, 농·작업, 재배에 필요한 요구자원 등의 복합 생산 데이터, 생산-유통-가공-소비에 이르는 전주기 데이터 등으로 구성된다. 온실, 축사, 수조 등 제어 대상이 되는 시설별 모델링을 위해서는 시설 내부에 직접적 영향을 줄 수 있는 국지적 외부 환경정보(온·습도, 일사량, 풍량/풍향 등)와 시설 내부의 환경에 영향을 주는 피복, 구조, 재배 시설(환풍·배기팬, 보광, 냉·난방기, 분무, 광 등)에서 자동으로 수집되는 시계열 데이터가 필요하다. 또한 환경구성 및 영양 공급을 위해 사람에게 의한 수동제어나 컴퓨터에 의한 복합환경제어 정보의 수집이 필요하다. 원예작물인 경우 대상 특성에 따른 광합성의 기본이 되는 잎 면적·수, 근권(根圈) 정보, 화방수와 개화시기, 생산량, 생산물의 당도·크기, 병·해충 및 생리장해 등 환경 변화에 따른 작물의 상태 정보가 있어야 하며, 품질관리 및 생산량 조절에 필요한 육묘, 정식, 재배시설, 적과, 방제, 수확 등 대부분 농민에 의해 수작업으로 이루어지는 정보가 작물 모델 정보의 연동이 필요하다. 수요에 기반한 유통의 혁신, 다양한 수요

자의 시설 규모 및 교육 수준에 따른 다양한 비즈니스 모델이 고려되어야 하며, 현장에서 ICT 적용에 따른 부작용도 함께 고려되어야 한다. 특히 장비, 통신 등의 오작동, ICT 제공에 따른 고가 시스템 가격, 지리적으로 분산된 A/S 문제, 높은 온도, 분진 등으로 인한 고장, 표준화 적용 등이 선행되어야 하며, 농장 및 작물의 부가가치 형태에 따른 ICT 적용이 고려된 차별화된 시스템 제공의 여부도 함께 고려되어야 한다.

농·축산물의 생산에서 소비과정에 필요한 다양한 데이터(영상 및 음향 등)의 지능화 분석, 알고리즘, 센싱 정보의 확보를 위한 첨단 지능형 센서 시스템, 에너지 효율화를 위한 기술의 진화가 예상되며 생산 품목별, 기후별, 시설별 다양한 데이터의 분석 및 서비스 제공에 필요한 핵심은 AI 기술이 될 것으로 생각된다.

최근 방사능, 질병, 환경오염 등으로 인한 소비 불안 문제해결을 위해 농·식품 안전을 보장하고, 적절한 소비가 보장을 위해 이력 정보와 품질 열화 모델을 바탕으로 현재 및 미래의 농·식품 품질을 예측할 수 있게 됨으로써 부패로 인한 농·축산물 폐기 또는 소비자 불안 등을 최소화할 수 있는 효과적인 유통 선진화를 위한 개발도 필요하다.

선진국을 중심으로 하는 사람, 동물, 환경은 하나의 복지라는 “OneWelfare”[2]를 중심으로 질병 예방, 친환경, 동물복지 등으로 진화·발전할 전망이며, 노령화, 인구 감소로 인한 개인 행복 및 건강 욕구로 인한 개인화 서비스 대응이 필요하며, 환경오염 등의 부작용 극복 및 지속 가능한 산업을 위한 서비스 기술 개발이 필요하다.

ICT 기술을 활용한 관련 산업은 정밀농업, 시설원예, 스마트축산, 양어 및 기타 산업 등으로 분류할 수 있다. 노지 농업을 중심으로 하는 정밀농업은 2017년 42억 2,520만 달러에서 연평균 성장

률 13.25%로 증가하여, 2022년에는 78억 7,220만 달러에 이를 것으로 전망되며, 시설원예는 2017년 9억 9,840만 달러에서 연평균 성장률 10.21%로 증가하여, 2022년에는 16억 2,300만 달러에 이를 것으로 전망된다. 스마트 축산은 2017년 4억 3,010만 달러에서 연평균 성장률 17.24%로 증가하여, 2022년에는 9억 5,270만 달러에 이를 것으로 전망하고 있으며, 스마트 양식의 경우 2017년 1억 6,390만 달러에서 연평균 성장률 18.65%로 증가하여, 2022년에는 3억 8,540만 달러에 이를 것으로 전망된다. 미국의 AgFunder의 보고서에 따르면, 2018년 전 세계의 AgFood Tech 스타트업에 대한 투자 총액은 169억 달러로서, 2017년의 118억 달러보다 43% 상승, 해당 시장에 대한 기대감이 높아지고 있음을 알 수 있다. 수산·양식업의 기존 양식 강국인 노르웨이, 덴마크 등의 국가 외에도 일부 선진국들은 양식기업 인수·합병과 첨단기술 융합을 통해 양식산업 대형화 추세에 있다. 카길(Cargill)은 세계 최대 양식 사료 생산기업인 에보스(EWOS)를 인수, 일본 미쓰비시상사는 세계 3위 양식업체 서마크(Cermaq) 인수(2013년), 일본 미쓰이는 인공해수를 사용하는 폐쇄형 순환 여과식 양식 시스템을 개발, 벤처 업체인 FRD Japan 인수하며 양식산업에 진출(2017년)하였다. 미국은 태평양 해역을 개방하여 외해양식 활성화, 신일본제철의 자회사 요미가하마 수산 첨단기술을 접목한 양식 플랜트 산업에 진출하였다. 농·축·수산 관련 인공지능 기술시장은 2017년 518.7(백만 USD)에서 2025년까지 매년 22.5% 증가한 2,628.5(백만 USD)로 예상되며, 농·축·수산용 IoT 데이터 관련 시장은 2019년 168.7(억 USD)에서 2023년 286.5(억 USD)으로 예상된다. 또한 관련 드론 데이터 분석 시장은 2024년 403.2(백만 USD)로 예상된다[3-5].

III. 기술의 흐름

최근 기술개발의 방향은 기후변화 대응, 고령화 대응, 생산성 향상 및 고령화 극복을 위해 자율형·밀폐형 온실 및 자동화 중심의 기술개발 고도화를 중심으로 발전하고 있다.

1. 스마트 플랜트 팜

시설농업 분야 세계 최고 수준의 생산성 실현기술 보유국인 네덜란드는 생산시설 통합관리 시스템 및 핵심 기자재에 대한 원천기술 확보를 통해 세계시장 선점, 장기 재배에 따른 작물관리 기술, 시설 작물에 대한 최적의 환경 제어 모델 등 복합 환경 제어를 통한 온실 환경의 최적화 구형기술 등 상용화 기술의 최고우위를 점하고 있다. 또한 최근에는 지속가능한 농업을 위한 다양한 에너지 자원의 순환과 농업·축산 등 도메인의 자원 순환 기술 개발을 진행하고 있다.

미국은 통합 작물 및 해충 관리를 위한 나뭇잎·토양 표본 자동수집 로봇, 서로 다른 지형과 토양 조건에서 농업생산량 증대를 위한 인간 협업형 농업로봇 플랫폼, 로봇-인간 및 로봇-환경 인터페이스 등의 개발을 진행 중이다.

일본은 농업의 자동화·지능화에 따른 고품질 생산 및 노동력 절감을 동시에 달성하는 생산 시스템 개발을 추진하고 있다. 특히 중견기업 이상의 타 산업 분야에서 농업분야로의 산업화 진출이 가장 활발히 이루어지고 있다. (주)후지쓰의 Akisai는 센서 데이터, 농작업 데이터 등을 분석하여 농장별, 작물별 비용에 대한 분석을 통해 농가의 경영 분석 및 판매까지의 전반적 지원[6], (주)파나소닉은 농장의 표기, 농약 판정, 소매업 및 요식업과의 생산 이력 등을 공유[7], (주)엠스퀘어랩은 생산자

와 소매·음식점을 카풀 형식으로 연결, 생산자가 직관점 등에 모아놓은 생산물을 아시아버스를 공동 활용하여 음식점 등을 위한 판매 정류소를 활용하는 플랫폼으로 소량의 다품종 생산물을 위한 유통 플랫폼을 운영한다.

아열대성 기후와 지중해성 기후가 교차하는 독특한 기후조건을 가진 이스라엘은 기후의 특성에 적합한 기술개발로 CropX에서는 토양의 수분, 온도, 전기 전도도를 측정하는 최대 4년까지 사용이 가능한 HW 및 SW를 통해 25% 정도의 물 절약이 가능한 관개 시스템을 개발하여 미국 농장을 중심으로 적용하고 있으며, 특히 관수 관련 세계 최고 기술을 확보하고 있다[8].

중국은 국가 중심의 기술개발정책으로 스마트 지능 농업 단지, 디지털 농업 비닐하우스 등의 대규모 투자 및 농업과학원을 중심으로 다양한 농업 IT 관련 회사와 채광, 방재, 균주, 가정원예, 정밀 농업, 식물공장 등 관련 연구개발을 진행 중이다. 주요 선진국 기술의 특징은 농업용 센서의 원천기술을 중심으로 장기간 수집한 데이터를 활용한 빅데이터, AI, 로봇 기술을 통한 농가 현장 중심 문제 해결을 추구하고 있으며, 대형화된 농장을 타깃으로 하고 있다.

우리나라의 경우 클라우드 기반 서비스 모델이 핵심을 이루고 있으며, ETRI, 농촌진흥청 등에서 딸기, 토마토, 파프리카 등의 고소득 원예작물을 중심으로 병해, 생육 판정 및 예측기술에 딥러닝을 활용한 AI 기술을 활용하고 있다. 복합환경제어기, 양액기 등 현장에서 주로 사용되는 기기의 지능화된 자동화와 센서 및 제어기의 오작동에 대응한 개발을 진행하고 있다. 또한 농림축산식품부는 스마트 팜 혁신 밸리 조성을 통해 스마트 팜 기자재의 실증 테스트, 검·인증, 공동R&D, 전시·체험, 창업 및 기업지원, 농민과 기업의 자율 및 공공 실증

등을 진행한다.

2. 스마트 애니멀 팜

단백질 공급원으로서의 식량 제공, 다양한 질병의 발생, 환경오염으로 인한 민원과 주변 삶의 질 저하, 윤리적 생산에 따른 산업적 측면과 공공성 측면의 문제해결 지원 요구되고 있는 분야로 로봇, 정밀환경제어 및 사양관리 등이 핵심이 되고 있으며, 최근 들어 AI와 빅데이터 기술이 적극적으로 도입되고 있는 분야이다.

네덜란드는 세계 최초로 로봇착유시스템을 상용화하였으며, 독일 등 전 세계에 생산 공장과 R&D 센터를 보유, 우유 생산에서 관리까지의 전 과정을 자동화하여 시간과 노동력 절감, 생산에서 품질관리까지의 데이터를 수집하고, 이를 활용하며, 젖소별 건강 측정과 맞춤형 관리까지 수행하며, 생체 데이터를 수집하여 가축의 행동패턴을 분석하고 농부가 미리 대처할 수 있도록 하는 솔루션을 제공한다. 드라발은 우유의 질과 동물 건강을 보호하며 지속 가능한 식품 생산을 가능하게 하는 착유 관련 제품과 솔루션을 공급하며 전 세계 낙농 시장을 선도하고 있다. 급이 시스템, 냉각장치, 유질 개선제품, 동물복지 설비, 로봇착유시스템에 이르기까지 생산효율과 환경적인 영향은 감소시키는 제품을 생산·공급한다. 또한 팬컴은 동물 건강 증진, 사망률 저하, 낮은 노동력 투입으로 효율적이고 신속한 작업이 가능하게 하며, 양돈, 소, 가금류 등의 산업동물 생산을 위한 환경제어, 사료 자동화, 생체 측정 시스템을 통해 가축의 최상의 상태를 유지한다.

이탈리아의 PigWise는 RFID 및 CCTV를 통해 돼지 축사 내 동물 행동탐지, 사료섭취감시, 알람 시스템을 통해 돼지의 건강, 성장 등과 관련한 문제

발생을 예측한다[9]. 벨기에의 Soundtalk 시스템은 돼지 및 육계의 소리 분석을 통해 건강상태의 실시간 감시, 호흡기 질병의 예찰, 환기 상태의 분석 및 제어를 통해 폐사율 감소 및 생산성 향상 서비스를 제공하며[10], 네덜란드 FANCOM사의 eYeSCAN은 8대의 카메라를 통해 돼지 활동성 및 출하 체중을 분석, 사료 급이기를 통한 사료 효율의 분석 등 노동력 절감과 생산성 향상을 위한 서비스 제공한다. 오스트리아의 smaXtec은 4년 이상 사용이 가능한 삽입 센서를 통해 젖소의 사료섭취, 움직임, 체온, pH 등 데이터 수집을 통해 빅데이터 기반으로 지역별, 규모별, 축종과 품종별로 최적의 사양관리 시스템을 제공하여 건강상 특이 진단 및 치료 방법에 대한 서비스 제공한다. 국내의 경우 농림축산식품부의 지원으로는 사양관리 중심의 축산분야 빅데이터 구축사업을 진행하고 있으며, (주)다운은 농촌진흥청과 함께 로봇 포유기, 한우·젖소 자동급이기, TMR급이기 등의 국산화 개발 및 현장보급을 진행하고 있다. 또한 ETRI, 서울대, 농림축산검역본부는 구제역 등 축산 질병 방어를 위한 플랫폼, 세계 최초로 디지털트윈 기술을 통한 AI 기반의 축산환경·에너지관리·동물행동 판정 및 예측기술 등을 통한 축산현장의 문제해결형 기술 개발을 진행하고 있다.

3. 스마트 아쿠아팜

노르웨이는 40년 전부터 국가 주도 기업형 수산업 정책을 추진하였으며, 미국은 국가과학기술회의 주도 농림수산물 분야 ICT 융합 기술의 원천상용화 기술투자를 확대하는 등 선진국들은 글로벌 양식산업 첨단화 R&D 투자를 확대 중이다. 양식산업 전주기를 디지털 데이터화하고 AI를 적용하여 저렴하고, 쉽고, 지속할 수 있도록 수산물의

생산·판매·소비 효율성을 높이는 양식산업 융·복합 기술개발을 진행 중이다.

EU의 ICT-AGRI, Smart Agri-Food Project 등 국제공동연구, 정밀 농업분야 ICT 및 로봇기술, 클라우드 기반 팜 등 기술개발을 추진하고 AquaSmart 오픈 클라우드 플랫폼 개발을 통해 빅데이터 기술과 글로벌 데이터를 활용하여 양식 환경 변수(수온, 용존산소 등), 먹이 형태, 사료 배합도, 공급방식, 생산관리방식 등과 생장률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관관계의 분석기술 개발 진행 중이다. 노르웨이는 공기기업인 노피마社를 중심으로 민간기업인 아크비社, 마린하베스트社, 레로이씨푸드社 등 시설 운영에 직접 참여, 도출된 기술 현장 적용하고 있다[11-13]. 전 세계 양어 사료산업의 선도하는 업체 중 하나인 미국의 “카길(Cargill)”이 자신의 연어양식장 고객의 데이터를 “아마존의 AWS” 서비스를 활용하여 데이터화하는 프로젝트를 추진하고 있다.

독일의 경우 물고기 성장의 핵심 변수인 물의 아질산염, 암모늄 및 산소 함량 등을 조사하고 양식장의 수질, 유속, 수온, 용존 산소량 등을 모니터링할 수 있는 30여 종의 비디오 감시장비, 스마트 센서를 활용하고 있다. 덴마크는 전 세계 양식산업 분야에서 수질모니터링, 컨트롤 분야의 선도업체인 Oxyguard社가 데이터사업을 진행하고 있으며 Microsoft社의 클라우드 서비스를 활용하여, 전 세계에 약 20년간 공급하여, 설치해놓은 양식장 관리시스템상에 축적된 데이터를 통합, 데이터분석, 서비스를 진행 중이다[14]. 국내의 경우 대부분 양식장에 설치된 자동사료공급기 수준은 타이머를 달아 하루 몇 회 반복 주기로 살포되는 비교적 간단한 작동 방식으로 자동화 설비를 갖췄다는 양식장도 초보적인 수준에 그치고 있다. 노르웨이에서 물고기의 크기를 센서로 감지하고 데이터 기준에

맞게 자동으로 사료를 살포하거나 유영 속도에 따라 밸브가 자동으로 개방되면서 급이 속도를 조절하는 시스템과는 비교가 되는 수준으로 선진국과의 기술격차는 최소 3.5~7년으로 타 분야 대비 가장 낮은 수준이다.

4. 농·축·수산 표준 및 향후 방향

IoT, 클라우드, 빅데이터 기술을 접목한 스마트 팜 기술 표준화가 국내·외 표준화 기구에서 진행 중이지만, 산업화를 위한 수준까지는 여전히 부족하며 국내 산업의 영세성으로 관 주도의 표준이 진행되고 있다. 국제표준화는 초기 단계에 있으며, ITU-T와 ISO, GS1 등과 같은 공식 및 사실 표준화 기구 등에서 시설원예, 축사 관리, 유통·물류, 농업로봇 분야 등에 국제표준개발 논의가 이루어지고 있다. IoT를 기반으로 시설원예 온실 관리, 노지 과수 환경관리, 축사 환경 관리기술 분야에 대한 국제표준 개발이 ITU-T SG13과 SG20을 중심으로 진행되고 있으며, 네트워크 기반의 스마트파밍 프레임워크 표준(Y.2238), 스마트파밍 교육 서비스(Y.sfes)와 서비스 모델 표준(Y.smp) 등이 진행 중이다. GS1은 글로벌 유통 및 물류 체계에 대한 표준을 제정하는 민간단체로서, 글로벌 농식품 이력추적을 블록체인 플랫폼의 상호호환성을 위한 표준을 진행하고 있으며, EPCIS(Electronic Product Code Information Services) 표준을 기반으로 수산물 이력 추적 가이드라인을 2019년 제정하였고, 현재 EPCIS 기반 인증정보처리, 센서 데이터 모델과 처리 등에 대한 사항을 진행 중에 있다. 스마트 팜 운영에 필요한 로봇 수요는 지속해서 증가하고 있으나, 아직 이에 대한 구체적인 국제표준 개발 논의는 초기 단계로 ISO TC22에서는 로봇 간 통신 센서와 제어기 통신, 자율주행 제어 통신 프로토콜

표준이 개발되고 있으며, 앞으로 스마트 팜과 관련된 새로운 표준화 아이템이 제안되어 국제표준 논의가 진행될 가능성이 높다.

국내 표준화는 TTA 스마트농업 프로젝트그룹(PG426)과 국내 스마트 팜 관련 협·단체 등을 통해 클라우드 플랫폼 기반의 스마트 팜 표준과 노지 팜 표준, 센서와 구동기 데이터, 스마트축사 표준 등의 제정이 이루어지고 있다. 농식품 ICT 융합 표준포럼은 14년 설립 이후, 시설원예, 유통 및 축산, 인터페이스 관련 표준 등 10여 종의 표준을 제정하고 있으며, 스마트 팜 ICT 융합 표준화 포럼은 센서와 구동기 표준을 개발하여 이를 국가표준(KSX 3256, 3266)으로 채택하였다. 농업기술실용화재단은 축사 내·외부의 정보수집 및 관리를 위한 표준화를 진행하고 있으며, 축산시설 자동화 시스템 구축을 위한 사양 관리 장치 세부 규격을 제정하고, 축종별로 ICT 기반 사양 관리 장치 19종에 대한 세부 사항을 포함한다. 스마트 팜 운영 로봇의 국내 시장이 아직 형성되지 않아, 이에 대한 표준화 논의가 많진 않으나 로봇 통신 인터페이스 분야에 대해서는 일부 진행되고 있으며, 향후 많은 표준의 개발이 기대된다. 수산양식분야의 표준은 필요성이 논의되고 있으나 구체적인 제정은 없으며, 과기부와 해수부의 지원을 통해 2021년부터 신규표준 제정을 기대하고 있다.

IV. AI 기반 환경인지 생산기술

제4차 산업혁명 기술의 본격적 도입으로 인공지능, 빅데이터, 5G, 클라우드컴퓨팅, IoT, 블록체인 등의 기술을 중심으로 하는 연구와 현장 적용의 다양한 시도가 이루어지고 있다. 중장기적으로 실제 농가를 가상화하고 이를 기반으로 다양한 시뮬레이션을 통한 정밀한 제어, 예측 등이 가능한 디

지털트윈 기술의 도입이 기대된다. 인지형 생산기술은 원격 제어와 노동 편의성 수준의 기술 제공을 넘어 인공지능 등의 기술을 활용하여 사람의 인지 능력을 초월하고 예측되지 않는 다양한 기술의 적용을 통해 생산성의 극대화, 부작용을 최소화하는 기술 수준을 의미한다. 다양한 센싱 정보 및 생육 측정의 고도화를 통해 축적된 비정형 데이터를 통해 기후변화대응, 에너지 비용의 최적화 및 대량 생산을 위한 무인화, 생산-유통-소비가 연계된 지속가능한 전주기 지능화 플랫폼 중심 기술개발 추진이 필요하다. 도시대비 농가수익 악화, 질병의 확산에 대응하여 밀폐형 온실, 축사, 양식장 시설과 디지털 트윈팜 플랫폼이 완전하게 동기화되어 원격 운용이 되며, 최적의 환경에서 최소의 노동력, 생산성, 질병 감시가 가능한 AI팜 컨설턴트 기술(Twin Farm)로 서비스 수요자의 상황에 적합한 다양한 방식의 서비스가 기대된다.

환경오염과 에너지 자원의 효율적 활용을 위해 생육, 환경, 자원 데이터를 스스로 학습·예측이 가능한 AI파머가 탑재된 환경인지형 생산기술을 통해 단기적으로는 반자동화된 생산 활동을 지원하고, 장기적으로는 생산-유통-가공-소비에 이르는 정보를 분석하여 스스로 인지·학습하는 AI형 파머 기술(Cognitive Farm)의 개발이 필요하다.

1. 스마트 플랜트 팜 개발 방향

기후변화 및 소비 패턴 변화에 따른 생산·가공·유통·물류를 대상으로 하는 사이버봇과의 협업을 통해 실시간 수요·공급을 예측하여 생산 조건을 스스로 계획하고 팜로봇을 제어함으로써 자율적으로 식량 생산을 계획·통제할 수 있는 자율무인형 팜봇 플랫폼(Autonomous Farm)의 개발이 예상된다. 빅데이터와 AI를 활용하여 생육단

계별 최적 영농모델, 재해대응 스마트 온실 운영 모델, 영농투자 의사결정 모델 등을 제공하는 영농지능(Agri-Intelligence) 알고리즘 개발 및 고도화와 AI 및 로봇, 디지털 트윈을 활용한 자원순환형 온실 시스템, 자율적 무인 운영시스템, 병해와 생리장애 감시 및 추적을 위한 스마트 가드 시스템, RaaS 플랫폼 기반 원격 농장 기술개발 및 오픈된 환경에서 활용되고 있는 농업용 드론이 발전하여 시설 내의 제한된 환경에서 운영 가능한 초소형 드론으로 극소형 이동체 및 전원공급, 극소형 스마트 팜 환경 센서 및 정보수집기술의 개발이 기대된다. 또한 신선물의 비대면 거래 증가에 따른 소비자의 온라인에서의 신뢰 향상을 위해 AI 기반 신선물의 시·공간 인지 및 예측기술, 속성재배를 통한 특이물질 검출 및 투입, 암 환자를 위한 의료 연계 작물 재배, 비만 감소를 위한 작물 재배 자동화 기술 등의 개발이 예측된다. 농·축·수산 분야에서 활용되는 다양한 센서의 스마트화를 위한 신기술로 고내구성, 다량/미량원소검출, 생육 측정 센싱, Bio-Metric 센싱, 병충해 및 질병 센싱 등의 센싱 시스템 기술은 기초기술로 활용될 것이다. 글로벌 기후변화에 따른 용수부족 문제의 해결 및 활용을 위해 저수지, 수로 등의 정밀 시뮬레이션, 가뭄 대응 서비스, 농민/시민의 안전 등을 위해 자연환경의 보호, 수자원의 적극적 활용 등을 위한 지능화 기술 개발도 이루어져야 한다.

2. 스마트 애니멀 팜 개발방향

“사람-동물-환경”이 하나가 되는 디지털 유기체로의 연결을 통해 윤리적 생산·소비, 다양한 원인의 불확실성을 해결하기 위해 인공지능 기반의 지능화된 질병, 사양, 환경관리 효율화 및 안정적인 생산을 위한 디지털 트윈 축산 플랫폼 기술 개발이

진행될 예정이다. 특히 정부의 탄소관련 정책과 연계하여 환경오염이 최소화된 에너지 최적화 기반의 지능형 환기제어, 영상과 음향 기술을 활용한 가축의 무인 관찰, 국가 간·지역 간 질병의 예찰을 통한 초동방역, 현장진단, 확산차단이 가능한 차세대 방역 시스템의 개발이 필요하다. 이때 인공지능 기술을 활용한 전파, 영상, 음성 데이터 기반의 가축 생육의 모델링 및 패턴의 인식, 연령별 급이/급수 시스템의 자가대응, 행동 분석에 따른 사양 및 질병 관리가 가능한 축산용 Bio-Metric 기술이 핵심원천 기술이 될 것이다. 이를 통해 질병과 환경오염 등으로 열악한 사육환경에서 운영이 가능한 하나의 플랫폼으로 자동 운영되는 급이(급수)-발정-포유-청소-운반 등 다기능 축산 무인로봇 및 사람-축사-로봇의 상호 연결이 가능한 지능화 자동화 기술의 개발이 필요하다. 인수공통 감염병으로부터 국민과 동물을 안전하게 보호하기 위해 비접촉, 비대면, 무자각, 투과검출로 일상 바이털 신호의 이상 변화를 찾아내는 바이털 투과 지능화 기술의 개발도 진행될 것으로 예상된다.

3. 스마트 아쿠아팜의 방향

세계 최고 수준의 수산물 소비량 및 세계적 수준의 종자기술을 활용하여 종자-양성-유통의 디지털 전주기 데이터의 활용이 가능한 아쿠아트윈 플랫폼 기술의 개발이 필요하다. 디지털 유전체 분석 기반으로 종자 생산 및 양성기술에 따른 유전체, 환경, 기자재, 제어 등에서 생성되는 비정형/정형 데이터를 기반으로 양식전주기(치어~출하) 과정의 디지털 복제를 통해 가상의 양식장을 구축하고 이를 통한 다양한 실시간/비실시간 분석 플랫폼 기술이 개발될 예정이다. 가상 양식장과 실제 양식장 간의 실시간 데이터 연동을 통하여 종자개발,

양성, 사료, 질병관리 등의 다양한 환경 및 운영에 관한 결과 예측 기술을 통해 어가에게는 높은 생산성을 기업에게는 해외진출이 가능한 플랫폼 산업으로의 기회를 제공할 것이다. 특히 아직 표준화되지 않은 수산양식 분야는 상호호환성 및 상호운용성 제공이 가능한, 양식 기자재를 우선한 표준기술 개발이 예상된다. 농·축·수산 분야에서 가장 어려운 환경제어인 수질의 센싱을 통한 수집·분석되는 데이터의 활용 및 고장진단의 활용, 예지·제어 기술 등을 기반으로 양식장 유지·보수 및 운영 지능화 서비스가 예상된다.

V. 결론

지능정보기술을 통한 농·축·수산 관련 기술은 살아 있는 생명을 다루는 산업으로 타 산업과 비교하여 환경, 생물, 질병, 에너지 등 매우 많은 변수를 갖는다. 이는 인공지능 기술의 활용 및 개발이 필요한 이유이기도 하다. 현장중심으로 농민과 어민이 단기적으로 사용 가능한 기술뿐만 아니라 중장기적으로 높은 가격의 수용, 대규모 시설의 투자가 가능한 분야의 기술개발도 필요하다. 또한 윤리

적 생산과 소비라는 측면과 노령화되는 인구 구조에 적합한 선진국형 기술개발에 대한 투자도 필요하다. 해외의 낮은 인건비를 중심으로 경쟁 가능한 품목, 질병으로 인한 피해, 환경오염에서 안전한 먹거리가 대상이 되는 플랫폼 중심의 개발이 선행되어야 하며, 최근 중국, 베트남 등의 아프리카 돼지열병, 고병원성 조류독감, 방사능 등으로 인한 수질 악화 등을 고려한 안전한 생산 기술 개발도 이루어져야 한다.

본 고에서는 제4차 산업으로의 패러다임 전환 및 스마트 팜의 미래 준비를 위한 기술개발을 제안하였다. 이는 현장의 관련 기술의 보급뿐만 아니라 미래의 안전한 먹거리 확보를 위해 필요한 것으로 그 중심에는 데이터를 중심으로 하는 인공지능, 디지털트윈, 로봇 등이 핵심 기술이 될 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 정보통신기획평가원(IIITP), "ICT RnD 기술로드맵 2025 보고서," 2020.
- [2] <https://www.oneworld.org>
- [3] Markets and Markets, "AI in agriculture global forecast to 2025," 2017.
- [4] Markets and Markets, "Agriculture drones market global forecast to 2024," 2019.
- [5] BIS Research, "Global IoT in agriculture market-analysis and forecast (2018-2023)," 2018.
- [6] <https://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri/>
- [7] <https://news.panasonic.com/global/stories/>
- [8] <https://www.cropx.com/>
- [9] <https://animalcare.folio3.com/>
- [10] <https://www.soundtalks.com/>
- [11] <https://www.akvagroup.com>
- [12] <https://mowi.com/>
- [13] <https://www.leroyseafood.com/en/>
- [14] <https://www.oxyguard.dk/>
- [15] 한국전자통신연구원, "지능정보사회로 가는 길: 기술발전지도 2035," 2020. 6.



출처 한국전자통신연구원, "지능정보사회로 가는 길: 기술발전지도 2035," 2020. 6, 공공누리 4유형

그림 1 환경인지 생산기술 개념[15]