



국내 축산분야 ICT 융합 기술개발 동향 및 가축 육종에서의 활용

허선영¹, 박종호¹, 이준헌^{1,2*}

¹충남대학교 바이오융합학, ²충남대학교 동물자원과학부

A review on ICT convergence in livestock industry in South Korea and its application in animal breeding

Seonyeong Heo¹ Jongho Park¹ and Jun Heon Lee^{1,2*}

¹Department of Bio-AI Convergence

²Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

ABSTRACT

Livestock industry in South Korea is facing many difficulties due to the aging of the farm household population and the expansion of the livestock industry market resulting from the termination of FTAs. The government of South Korea has made efforts to enhance the competitiveness of the domestic livestock industry through various policies such as scale-up of breeding farms and modernization of facilities. However, it is urgent to introduce innovative measures due to an increase in the management burden on farmers and number of livestock and a decrease in the working population. The introduction of ICT technologies such as artificial intelligence and big data have achieved technological innovation. Accordingly, the smart farm, which combines ICT technologies with the agricultural sector, is widely spreading as one of the ways to solve rural and agricultural problems. The authority is promoting the 'ICT Convergence project' in the livestock sector to reduce the production cost of livestock farms and to strengthen the competitiveness of the domestic livestock industry through optimal breeding management. Therefore, this paper investigates present situation of the introduction of smart farm to the domestic livestock industry and ICT R&D trends and then analyzes challenges of national 'ICT Convergence project'. The remainder of the review discusses expectations when applied to livestock breeding sector.

Key words: ICT Convergence, Smart farm, Livestock breeding

스마트팜 및 ICT 융복합 확산사업 개요

스마트팜은 정보통신기술(ICT: Information & Communication Technology), 바이오기술(BT: Biotechnology) 등의 융복합을 이용하여 농축산물의 생산시스템뿐만 아니라 농가 삶의 질 향상 도모에 이르기까지 농업 전 과정에서 지능화된 시스템을 의미한다. 지금까지는 농업인의 주관적 경험에 의존할 수밖에 없었던 농업기술이 센서 및 네트워크 기술을 기반으로 객관화될 수 있으며, 개인의 노하우에 의한 농작업 의사결정이 가축에서 생산되는 빅데이터와 컴퓨터의 도움으로 더욱 과학적이고 편리해질 수 있게 되었다(윤남규 외, 2017).

*Corresponding author: Jun Heon Lee

Department of Bio-AI Convergence and Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea
Tel: +82-42-821-5779 Fax: +82-42-822-9754 E-mail: junheon@cnu.ac.kr

Received: 22 November, 2021 Revised: 27 December, 2021 Accepted: 27 December, 2021



© Journal of Animal Breeding and Genomics 2021. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

국내 농업은 농가 인구 고령화 및 청년층 유입 감소로 인해 생산 인구 절벽화 현상이 두드러지게 나타나고 있으며, FTA 체결 등 농업 시장 개방 확대에 의해 많은 어려움에 직면해 있는 실정이다. 그중 축산업의 경우 1993년 12월 UR 타결과 WTO 체제 출범 이후 축산물 시장 개방에 대비하여 사육 농가 규모화, 시설 현대화 등의 여러 정책을 통해 국내 축산업 경쟁력을 높이기 위해 노력해왔다.

최근 여러 연구 분야들에 사물인터넷(IoT), 인공지능, 빅데이터 등 ‘4차 산업혁명 기술’이 도입되면서 빠른 속도로 기술혁신이 이루어지고 있다. 정부는 축산 농가의 생산비를 절감하고 최적의 사양 관리를 통해서 국내 축산업의 경쟁력을 강화하고자 ‘축사 시설현대화사업’의 일환으로 축산 분야 ‘ICT융복합 확산사업’을 추진 중이다. 이는 농가에 ICT 융복합 시설과 컨설팅을 지원하여, 농가가 ICT기기에서 생산된 정확한 데이터를 기반으로 하여 궁극적으로 생산비를 절감하고 효율적인 사양 관리를 하도록 하기 위함이다. 이렇게 ICT 기기를 융합하여 축사의 환경과 가축을 원격으로 관리하여 노동력을 절감하고 생산성이 향상된 농장을 ‘스마트 축사’라 정의한다.

축산 선진국으로 분류되는 네덜란드, 뉴질랜드 등에서는 스마트 축사 관련 기기와 소프트웨어 등 핵심 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있는데, 이는 국내에서 데이터 기반 자료가 부족한 것과 대조적이다. 해외 기업들의 경우 오래전부터 가축의 생체 빅 데이터들을 수집해왔고, 이를 소프트웨어 개발 시 반영할 수 있어 정확도를 높일 수 있었다. 하지만 우리나라의 경우 가축 생산 관리 시 외국산 장비 사용 의존도가 높고, 외산 장비를 통해 수집된 국내 가축 생체정보 데이터를 회수하기도 어려운 실정이었다. 또한, 아직까지 가축 사양 데이터를 수기로 작성하는 농가들이 존재하여 축종별 데이터를 효율적으로 수집하기에는 어려움이 있었다. 축산전업농가는 소 50두 이상, 돼지 1천두 이상, 닭 3만수 이상 규모를 지칭하는 용어로, 통계청(2021) 자료에 따르면 전체 농가 수 대비 전업농가 수 비중이 축종별로 한·육우는 21.0% 젖소는 58.3% 돼지는 54.2% 닭은 73.0%이다. 이를 통해 현재 국내 축산업의 구조는 규모가 큰 전업 이상 농가와 전업 미만의 소규모 농가로 이원화되었다는 것을 알 수 있다. 이원화된 축산업 구조는 농가 간 ICT시설 도입의 기대효과의 차이를 유발할 뿐만 아니라, 국립축산과학원(2019, p8)에 의하면 정부 차원에서 ICT시설 도입 시 막대한 예산이 투입되므로 농가 규모별 경제성을 고려하는 것이 필요하다고 한다. 따라서 농업 선진국의 모델을 모방하는 것이 아닌 국내 환경에 적합한 한국형 스마트 축사 모델을 개발하는 것이 필수적이며, 이와 같은 목표 수행을 위해 ICT 장비 표준화, 소프트웨어 및 핵심기술 국산화, 스마트팜 빅데이터 기반 구축 및 연구·개발 성과 확산과 관련된 과제를 기관 간 협업하여 수행 중이다.

국내 축산 ICT 도입 현황

정부는 축산농가의 경쟁력 확보를 위해 2014년부터 축산분야 ICT융복합확산사업을 추진하여 양돈, 양계(15), 한우, 낙농(16) 농가에 ICT 장비 도입을 본격적으로 지원하기 시작했다. 정부는 2014년에 23개 축산농가에 스마트 축사를 보급하기 시작하여, 2019년 기준 2,150개 축산농가에 ICT 융복합 기기를 보급해왔으며 2022년까지 축산분야 전업농의 25% 수준인 5,750개 축산농가에 스마트 축사 도입을 계획하고 있다(Table 1).

Table 1. 축산분야 스마트팜 보급 현황

구분(누계)	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
축산(호)	23	181	430	801	1,425	2,150

자료: 스마트팜코리아 웹사이트(<https://www.smartfarmkorea.net/>), 2021.10.27. 검색기준

축산 스마트팜 연구 개발 및 추진 현황

현재 한국형 축산 스마트팜 모델은 크게 3개의 세대로 구분되어, 세대별 연구가 진행 중이다. 1세대는 환경 계측 센서, 관제 장치 및 제어 구동 장치와 연계된 ICT 설비 및 사양 관리 장비를 통합하는 시스템을 구축한 형태를 의미한다. 2세대의 경우 1세대 모델을 통하여 수집한 생육 환경 및 생체 빅데이터를 이용하거나 인공지능 기술을 결합해서 정밀사양을 시행하는 형태이다. 최종적으로 3세대 축산 스마트팜은 로봇과 에너지 통합 관리 기술을 접목해 무인 농장 관리를 달성하고 외국으로 수출까지 가능한 모델을 뜻한다(권경석, 2017).

전 세계적인 4차 산업혁명 패러다임 속에서 ICT기기 관련 기술이 급속히 발전하고 있지만, 국내의 경우 자동화 및 현장 문제 해결형 기술개발 투자에 초점을 두어 핵심 원천기술이 부족하여 스마트팜 기술 선도국의 기술격차 발생이 불가피한 실정이다(한국과학기술기획평가원, 2020, p73). 이로 인해 외국산 ICT기기와 일부 축종별 ICT필수 사양 장치의 수입 의존도가 높아진다는 한계점이 나타났다. 특히, 국립축산과학원(2017, p31)에 따르면 낙농 분야 로봇 착유시스템이나 양돈 분야 액상사료급이기 등의 경우 국산화가 되어있지 않아 전량 수입 제품에 의존하고 있는 실정이었다. 따라서 기기 설치 비용을 낮추어 농가 부담을 줄이고, 국내 가축 생체정보 데이터의 해외 유출을 방지하기 위해서 ICT 기자재를 국산화하는 것이 시급하다.

또한 축종별, 사육 규모별 적합한 기자재 및 센서의 설정이 미흡하고 따라서 스마트 축사 시설을 표준화하기에 많은 어려움이 존재했다. 현재 일부 축종에서 선도농 중심으로 환경관리 및 경영프로그램을 이용 중이지만, 일반 농가에서는 ICT 기기들을 단순 도입·적용하고 있는 단계에 있다.

축산 분야에서 최근 2년 사이에 스마트팜 확산사업에 등록된 업체들의 수가 92.9% 증가하는 등 일각에서는 관련 시장 경쟁을 통한 국내 기술 혁신성의 증대를 기대할 수 있으나(Table 2), 축산 분야에서 ICT 현장 데이터 현황 조사 및 수집체계 구축이 미흡한 실정이므로 현장 데이터를 기반으로 한 실질적인 기술을 개발하기 위한 환경이 제한적인 것으로 사료된다.

Table 2. 축산, 시설원예분야 스마트팜 확산사업등록기업 수

구분(누계)	2020년	2021년
축산분야 기업수(개)	325	627 (+302)
축산, 시설원예분야 기업수(개)	413	765 (+352)

주: 전체분야 기업수 - 축산분야 기업수는 시설원예 기업수와 같지 않음

자료: 농림수산식품교육문화정보원 제공; 2021.10.27. 검색기준

그뿐만 아니라, ICT 기술 국산화를 이루더라도 개별 기기의 업체별 전기적, 기계적 규격이 다양하고, 품질이 낮은 ICT 기자재가 농가 현장에 확산되고 있는 문제점이 존재했다. 이는 장치의 신뢰성을 낮추는 등 국산 ICT 제품의 경쟁력을 저해하는 요인이 될 수 있기 때문에, 기기 및 업체별로 규격의 표준화가 시급한 상황이다. 따라서 농림축산식품부는 축사 스마트팜에 사용되는 환경관리 센서 19종에 대한 단체 표준(안)을 고도화하여 국가 표준(안)을 제정하였다. 또한 2018년 농업기술실용화재단에서 한우(SPS-FACT 0001-7293), 양돈(SPS-FACT 0002-7294), 양계(SPS-FACT 0002-7294) 분야 스마트 축사 사양 관리 장치에 대한 단체 표준을 도출하였다. 이후 2020년에는 돼지 사양 관리 장치 단체표준 8종에 대한 보완요소를 발굴하여 국가표준(안)으로 고도화하였고(김종복 외, 2020), 2021년과 2022년에는 각각 소, 닭의 사양 관리 장치 국가표준(안)을 개발하여, 축종별 ICT 장치 표준화 및 통합관리 시스템을 고도화할 계획이다(국립축산과학원, 2020, p19).

스마트 축사를 농가에 도입해온 이래로 국내 ICT 기자재의 실용성과 관련된 지닌 애로사항들이 가시화될 수 있었고, 이를 보완하기 위해 여러 연구기관이 협동하여 과제를 진행하고 있다. 현재까지 국립축산과학원에서는 돼지, 한우, 젖소, 산란계, 육계, 오리 총 6종에 대해 한국형 스마트 축사 관리 모델 개발 및 현장 실증 연구와 더불어 ICT 장치 요소 고도화 기술 개발 등을 진행하고 있다. 또한, 스마트 축사 통합관리 기반을 구축하기 위해 시범 및 일반 농장에 도입 중인 축종별 ICT 장비에 대해 요약·정리했는데 그 내용은 다음과 같다(Table 3; Table 4; Table 5).

Table 3. 낙농, 한우 분야 스마트축사 ICT 도입 및 개발 기기

대분류	중분류	기기 및 장치
환경 관리	스마트축사 외부 제어장비	온·습도, 풍향, 풍속 센서 및 무인방역관리장치
	스마트축사 내부 제어장비 모니터링 장비	온·습도, NH ₃ , CO ₂ , 정전감지, 화재감지 센서 및 스마트 송풍팬 제어 모듈 CCTV NVR
사양 관리	생체 데이터 수집	발정 탐지기 행동 탐지 센서 체중 측정기 분만 탐지기 반추위 pH 및 온도 측정 센서
	급이 및 사료 관리	농후사료 자동 급이기 TMR 자동 급이기 송아지 자동 포유기 사료빈 관리기 우사음수관리기 TMR 배합기 조사료 정리기 조사료 분석기
	착유 관리	로봇 착유기 유량측정기 실시간 유성분 분석기
	번식 및 질병 관리	발정알림이 생체정보측정(2세대)
경영 관리	경영 정보 분석	경영관리 통합 소프트웨어

자료: 스마트팜 코리아 웹사이트(<https://www.smartfarmkorea.net/>), 2021.10.02. 검색기준; 한국농촌경제연구원 (2019). ICT 활용 축종별 스마트 축사 관리모델 개발.를 재정리함

Table 4. 양돈 분야 스마트축사 ICT 도입 및 개발 기기

대분류	중분류	기기 및 장치
환경 관리	스마트축사 외부 제어장비	온·습도, 풍향, 풍속 등 수집기
	스마트축사 내부 제어장비 모니터링 장비	온·습도, 악취감지센서 및 냉방기 CCTV NVR
사양 관리	생체 데이터 수집	발정 탐지기 분만 탐지기 체중 측정기 체온 측정기 활동량 측정기
	급이 및 사료 관리	사료효율측정기 모든 군사급이기 포유모돈 자동급이기 사료믹스 급이기 컴퓨터 액상급이기 사료빈 관리기 음수 관리기
	출하 관리	출하돈 체중별선별기
경영 관리	경영 정보 분석	경영관리 통합 소프트웨어

자료: 스마트팜 코리아 웹사이트(<https://www.smartfarmkorea.net/>; 2021.10.02 검색기준); 한국농촌경제연구원 (2019, p59). ICT 활용 축종별 스마트 축사 관리모델 개발; 박지연 외 4인 (2020, p107). 농업 혁신성장을 위한 농업기술 및 혁신성과 확산체계 개선 방안 (2/2차년도).를 재정리함

Table 5. 양계 분야 스마트축사 ICT 도입 및 개발 기기

대분류	중분류	기기 및 장치
환경 관리	스마트축사 외부 제어장비	온·습도, 풍향, 풍속, 감우 수집기
	스마트축사 내부 제어장비	온·습도, 음압, NH ³ , CO ² , 누전(정전)감지, 화재감지 센서, 낙뢰방지기, 조광기, 환기팬 등
	모니터링 장비	CCTV NVR
사양 관리	생체 데이터 수집	계체중기(계선별기)
	급이 및 사료 관리	사료 자동 급이기 자동 급수기 사료빈 관리기 계사음수관리기
	출하 및 사육 관리	부화기
		계란선별기
		파각란검출기
경영 관리	경영 정보 분석	경영관리 통합 소프트웨어

자료: 스마트팜 코리아 웹사이트(<https://www.smartfarmkorea.net/>; 2021.10.02 검색기준.); 한국농촌경제연구원 (2019, p50). ICT 활용 축종별 스마트 축사 관리모델 개발.를 재정리함

축종별 스마트팜 연구 기술 개발 동향

1. 양돈 분야

양돈 스마트 축사의 경우 농촌진흥청의 실증 실험을 통해 ICT 장치 통합관리 프로그램을 개발했다(최선호, 2017). 이를 통해 CCTV, 사료빈 관리기, 음용수 측정 장치, 온·습도 환기장치 등의 국내에서 개발한 ICT 장치들과 연동하여 농가의 사육 및 환경 현황을 모니터링할 수 있는 1세대 모델 기초 플랫폼 구축이 완료되었다. 이와 더불어 포유모돈 자동급이기와 같은 자동화 사양 관리 장치 및 동물복지형 임신돈 군사장치를 국산화하여 농가에 보급하고, 2018년에는 국산 액상사료자동급이기를 개발하는 등 ICT 기기의 자동화와 실용화에 초점을 두어 연구를 진행해왔다. 최근에는, 국내에서 영상 데이터를 활용하여 분만돈의 분만전 징후 행동을 분류하여 행동학적 지표를 선별하고(양가영 외, 2018) 나아가 행동 인식 알고리즘의 정확도를 측정하거나(국립축산과학원, 2019b, p21-40), 소리 정보를 이용하여 CNN 기반 질병 탐지 시스템을 개발하는 등(이종욱 외, 2018) ICT 기기에서 수집 가능한 가축 생체정보를 인공지능을 통해 분석하려는 2세대 스마트팜 모델 관련 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 국립축산과학원에서는 환경 측정 센서를 이용하여 양돈 성장단계별 온·습도에 따른 사료섭취량, 체중 간 상관관계 분석을 통한 양돈 성장 및 생산성 예측 모델을 개발하였는데(국립축산과학원, 2019b, p58-90), 이와 같은 연구를 토대로 추후 ICT장치로부터 수집된 수치 화되고 객관화된 자료를 통해 가축 성장 예측모델의 정확도 및 연관성 분석이 활발하게 진행될 것으로 사료된다.

2. 한우·낙농 분야

한우 스마트 축사의 경우에도 1세대 모델 기초 플랫폼 구축을 위해 모델 농가 선정 후 환경 및 사양 관리 ICT 장치 관련 연구가 진행되었다. 한우의 경우 CCTV, 송풍팬 제어장치, 온·습도 센서, 누전·화재 감지센서와 같은 환경관리 장치와 농후사료 자동급이기, 로봇 포유기, 사료빈 관리기 등 사양 관리 ICT 장치를 설치 후 최적 활용방안을 제시하기 위한 연구를 진행했다. 또한 한국농촌경제연구원(2019, p295-297)에서 축사 규모 및 환경별 온도 센서 비교 연구를 진행하였는데, 이는 축종별 스마트 축사 시설 표준화를 위한 선행연구로서 가치가 있을 것으로 사료된다. 그뿐만 아니라, 개별 ICT 기기들을 통합하여 관리할 수 있는 프로그램을 제작하고, 1세대 모델 고도화를 위해 지속적인 모니터링을 하고 있는 실정이다. 낙농 분야의 경우도 앞서 언급한 한우 스마트 축사와 마찬가지로 1세대 모델 개발 연구가 진행된 실정이며, 이전까지는 전량 수입했던 자동로봇착유기 관련 요소 기술을 국산화하고 통합운영프로그램을 개발하여 농가 실증시험까지 완료하였다. 또한 ICT 장비를 활용하여 체온, 활동성, 발성음, 반추 위 pH 및 온도 등 젖소의 생체 지표 DB를 구축하고, 목걸이형 센서로부터 수집된 환경 및 생체 데이터와 머신러닝 분석 방식을

기반하여 발정 예측 정확도를 검증하는 등 2세대 스마트 축사와 관련된 연구도 활발하게 진행되고 있다(애그리로보텍, 2019, p138-153). 최근 국내에서 기반 기술 개발 연구와 더불어 경제 형질 관련 DB 구축 시 가축에게 비침습적인 방법으로 인간의 오류를 줄인, 자동 측정 시스템을 구축하고자 ICT 장치를 이용하여 연구를 진행하고 있는 것으로 생각된다. 그 예로, 3D 카메라를 이용하여 한우의 체적을 추정하고 이를 기반으로 체중을 추정하는 등의 알고리즘의 개발을 들 수 있다(Jang et al., 2020).

3. 가금 분야

상관계 스마트 축사의 경우도 앞서 언급했던 한우 및 낙농 분야와 마찬가지로 1세대 모델 기초 플랫폼 구축이 완료된 실정이다(한국농촌경제연구원, 2019). 오리사의 경우 ICT 기술을 기반으로 무인 방식의 오리갈짚살포장치를 개발해오고 있고, ICT 장치 요소 기술 개발 또한 이루어지고 있다(권경석, 2017). 또한 강제환기식 오리사 내부의 온·습도 환경 예측 및 열 환경 에너지 정확도 평가 연구가 진행되어(이상연, 이인복, 2020), 가축 사양체계 정밀 제어를 위한 기초 연구 자료로 활용될 수 있을 것이 기대된다. 국립축산과학원(2021, p27-29)에 따르면, 육계 분야의 경우 영상 데이터 분석을 기반으로 한 일령별 체중 예측 기술 및 활동성과 같은 생체정보의 변화를 탐지하여 계군 내 이상 개체 발견 기술과, 계사의 실시간 영상 데이터를 원격으로 모니터링할 수 있는 클라우드 시스템을 개발하였다. 이후 총 55,974건의 영상 DB를 기반으로 한 육계 이미지 면적과 실체중 간의 상관성 분석 정확도를 개선하고 체중예측 알고리즘을 고도화하는 등 사양관리 장치 개발이 활발하게 진행되고 있다.

ICT 융복합 확산사업의 문제점

1. ICT 기술 수준 및 개발 혁신성 부족

한국과학기술기획평가원(2020, p73-84)에 따르면, 한국형 스마트 축사 종합관리 모델을 개발하고 스마트팜 선도 국가들과의 기술격차를 좁히기 위해 전방위적으로 기술 개발을 추진하고 있다. 따라서 이전에 언급한 바와 같이 축종별 ICT 필수 사양 장치 요소 기술의 개발 및 실용화 개선 방안 등 스마트 축사 기술 개발이 활발하게 진행되고 있으나, 외국산 제품을 모방하는 수준에서 크게 발전하지는 못하며 기술 개발의 혁신성이 부족한 모습을 보였다. 또한 ICT기기를 농가 인력 부족을 대체하기 위한 수단으로서 자동화에 초점을 두고 개발해왔고, 데이터 기반 자료 부족 등 여러 어려움으로 인하여 비교적 최근에서야 생체 데이터와 ICT 기기 간 정밀도 측정이 실시되고 있는 실정이다.

2. 데이터 표준화 및 연계 미흡

그뿐만 아니라, ICT를 적용한 축산 농가의 수는 증가하는데(Table 2), 이와 대비하여 데이터 활용 수준이 저조하다는 한계가 있다(박지연 외, 2020, p126). 그 이유로, 아직까지 축종 및 ICT 업체·기기별 통신 기술 분석을 통한 데이터 표준화 마련이 미흡한 것을 들 수 있다(국립축산과학원, 2019a, p15). 따라서 스마트 축사를 통해 많은 양의 데이터가 발생하고 있으나, 표준화의 부재로 데이터 간 연계가 이루어지지 못하고 ICT 기기별로 데이터가 제공되고 있는 문제점이 존재한다(박지연 외, 2020, p161). 또한 농가별로 데이터의 규격과 빈도, 저장 및 전송 형태가 상이하여 농가 데이터 활용의 저해요인이 되고 있다. 이는 일반 농가가 스마트 축사를 통해 실질적인 경영 성과를 창출하는 데 도움이 되지 못할뿐더러, 국내 가축 개량 사업 및 정밀 사양 실시 등 추후 데이터 활용을 위한 정밀 데이터 수집의 차원에서조차 바람직하지 않다고 판단된다.

3. 통합 데이터 플랫폼의 부재

박지연 외(2020, p138)에 따르면 이전까지는 사업 추진 시 노동력 절감과 농장주의 관리 편의성에 초점을 두어, 스마트 축사에서 생성된 데이터를 활용한 실질적 농장 경영 관리는 미흡하였다는 지적이 있었다. 즉, 각 ICT 장비의 비호환 문제와 데이터의 표준화의 부재로 인해 의미 있는 데이터를 연계하여 수집하는 것이 어렵고, 결과적으로 실질적인 경영 관련 데이터가 스마트 축사의 경영관리 시스템에 전산화되기에 한계가 있다는 것이다. 이로 인해 각 농가에 고품질의 경영 컨설팅을 제공할 수 없고, 컨설팅 업체 입장에서도 농장별 비교를 하기 어려운 상황이었다.

데이터 표준화 관련 문제를 개선한다면 추후 국내 농장의 객관적인 환경 정보와 가축의 생체 정보 데이터를 수집할 수 있게 될 것으로 생각된다. 하지만 현재까지 ICT 기기에서 생성된 빅데이터를 통합하여 관리하는 플랫폼이 마련되어 있지 않기 때문에, 고품질의 국내 가축 모집단에 비슷한 데이터가 생성된다고 해도 이를 활용할 수 있는 방안이 마련되지 않았다고 볼 수 있다. 현재 각 스마트 축사에서 발생하는 데이터를 수집하고 활용하는 시스템이 서로 다른데, 이를 통합하고 공유할 수 있는 플랫폼을 개발하는 것이 시급히 해결해야 할 중요한 과제라고 생각한다.

가축 육종을 위한 ICT의 이용

이전에 언급한 문제들로 인하여 농림축산식품부는 2019년 7월에 ‘축산 빅데이터 플랫폼 구축 사업’에 대한 용역사업을 진행하여 단기적 관점에서는 빅데이터 기반으로 과학적인 축산경영 및 컨설팅 지원을, 장기적으로는 오픈 데이터 구축 및 공유로 관련 산업의 전·후방을 지원할 목적으로 축산 분야 빅데이터 플랫폼 구축 사업을 시작하게 되었다(박지연 외, 2020, p138). 축산 빅데이터 플랫폼 시스템은 1) 축산 데이터 현황 조사 및 수집, 2) 데이터를 기반으로 한 컨설팅 지원 플랫폼 구축, 3) 축종별 현장 활용 분석 모델 개발 등으로 구분되어져 있다(박지연 외, 2020, p139).

이를 구축하기 위해 2019년에 선도농장 협회, 컨설턴트, 관계 기관, 민간기업 및 학계 전문가들이 모여 1, 2차 전문가 협의회를 진행하였고, 분야별 애로사항을 해결하기 위해 전방위에서 노력하고 있다. 통합 플랫폼이 구축된다면 현재 국내 축산업 및 전·후방 산업에서 데이터 활용성을 증대시키고, 개선 사항들을 효율적으로 개선할 수 있을 것이라 판단된다. 그중 가장 기대되는 분야로, 국내 가축 개량 사업을 꼽을 수 있다.

이때까지는 국내 가축의 모집단 데이터는 각 농장주들이 일일이 수기로 작성한 농장경영일지를 전산화한 데이터를 기반으로 가축의 성적을 예측해왔다. 하지만 수기 데이터 전산화 시에 농장주나 외부 업체 직원이 전산망에 직접 입력을 해야 하고, 이 과정에서 오류가 생길 확률이 존재한다. 따라서 ICT 기기 개발 시 데이터 정밀도 및 정확도를 높이고 ICT 기기 및 스마트 축사 표준화가 이루어진다는 가정 하에 정확하고 표준화된 데이터가 자동적으로 전산 프로그램에 축적이 된다면 스마트 축사를 도입한 일반 농가로부터 고품질의 성장단계별, 개체별 생체 데이터를 수집할 수 있을 것이다.

대표적으로 한우의 경우 현재 시행되고 있는 한우개량농가육성사업의 개량 체제가 가축의 등록과 외모 심사에 의존하고 있고, 생산성과 연관된 경제형질에 대한 유전능력 평가가 원활하게 이루어지지 못하고 있다는 한계가 있다. 추후 객관적인 개체의 생체 데이터를 얻을 수 있고 이를 통합 데이터 플랫폼에 전산화할 수 있다면 축산물품질평가원, 한국종축개량협회, 농림축산식품부 등 각 기관들의 데이터들과 연계하여 한우 개량이 급속도로 진전이 될 수 있을 것이라 생각된다. 특히 한우의 경우 순종 특성상 외부에서 우수 유전자를 도입하는 것이 불가능하므로, 개량 기초집단을 충분히 확보하고 정확하게 유전능력을 평가하여 육종을 실시하는 것이 매우 중요하다. 표준화된 과학적인 데이터가 존재한다면 일반 농가로부터 한우육종농가를 선정하는 것도 더욱 용이해질 수 있을 것이다. 결론적으로, 통합 빅데이터를 통해 한우 모집단 능력 파악 및 종축우·종빈우 선정이 가능해지면, 현황 분석 및 개량을 신속하고 과학적으로 실시할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 양돈 분야

돼지의 무게는 일반적으로 수동이나 자동 저울로 측정한다. 사실, 돼지의 무게를 재는 일은 축산업자나 돼지에게 모두 스트레스 받는 일로 여겨진다. 그럼에도 불구하고 돼지의 성장률을 체크하고 그에 따라 비육전략을 달리하는 것은 축산업에서 매우 중요하다. 따라서 인간의 노동력을 최대한 절감할 수 있는 방법으로, 1990년대부터 비접촉식으로 돼지의 무게를 잴 수 있는 체중 측정 모니터링 시스템을 고민해왔다(Frost et al., 1997).

오래도록 고민하고 많은 사람들이 필요로 해왔던 일이었지만, 그 방법은 그리 복잡하지 않았다. 사료 급이기 위에 카메라를 설치하여 돼지의 면적과 선형 치수를 측정하고, 그에 따른 부피를 추정한 뒤 최종적으로 돼지의 무게를 예측했다. 그 결과 돼지 생후 75일, 그리고 125일에 측정된 값이 오차 1 kg 이내에서 예측했고, 3가지 다른 유전적 계통의 돼지에서 돼지 체중을 오차범위

5% 예측해 냈다.(Parsons et al., 2007; Marchant et al., 1999; Schofield et al., 1999). 이제 축산 관리인에게 돼지에게 사료를 얼마나 급이해야 할지 고민하는 시간이 줄어들고, 어떻게 급이해야 할지 분명해졌다.

돼지의 등급판정 또한 사람의 노동력과 전문성을 필요로 하는 일이다. 하지만 우리나라에 등급판정 기계가 도입되었는데, VCS2000이다. 이것은 돼지 이분 도체를 카메라 3대로 촬영한 후 분석 프로그램에 따라 대분할 부위, 전체 정육량과 정육률을 추정하여 돼지 도체를 자동으로 분석하는 기계다.

VCS2000는 평가사가 하는 일을 대신해줄 뿐만 아니라, 등급판정 결과(도체 상태의 성별, 도체중량, 등지방두께, 최종 등급 등 4가지가 데이터화되어 농가에 피드백해준다. 빅데이터로 인해 소비자 기호도에 맞는 종돈 개량과 사양 단계에 맞는 적정 사료를 급여할 수 있게 된다(Kim et al., 2017).

2. 육우 분야

소도체 등급 매기기는 ICT 분야에서도 으뜸으로 축산물 거래를 촉진시켜 주는 요소다. 소도체의 높은 등급을 약속하는 마블링은 근육 내 지방인데, 부드러움과 풍미 등 고기의 맛을 책임지는 성분이기 때문이다. 축산 생산업자는 소비자가 원하는 뛰어난 마블링을 생산시키기 위해 최선을 다한다. 하지만 소도체 등급을 매기기 위해 등급을 평가하는 사람이 하는 일은, 평가사라는 전문성으로 시간과 비용이 많이 소모되는 일이다. 그리고 그것을 해결하기 위해 패턴 인식 및 신경망 구조를 이용해 소의 마블링 점수를 추정하는 것이 1990년도부터 급속도로 발전했다(Brethour et al., 1994).

살아있는 소에게서 초음파 사진을 찍어 신경망을 통해 그 소의 마블링 스코어를 미리 예측할 수 있고(7) 신경망 모델을 통해서 쇠고기의 품질 등급을 예측할 수 있게 되었다(Brethour, 1994; Meng et al., 2014).

머신러닝이 소의 마블링 점수를 구하는 과정은 크게 세가지로 분류된다. 첫 째로 이미지의 배경을 제거하고, 전체적인 노이즈를 감소시킨다. 그리고 디포커싱과 기하학적인 보정이 추가된다. 두 번째로 이미지를 각 영역의 잠재적인 상관 관계를 기반으로 여러 구성요소로 분할한다. 그리고 이미지의 경계를 이미지의 모양(색깔)이나 질감으로 알아낸다. 마지막으로 이미지의 구성 영역의 레이블을 의미하고 지정된 의미에 따라 구성요소를 식별하는 것이다(Taheri-Garayand et al., 2019).

머신러닝 시스템은 최근 식품의 품질을 평가하는 가장 효율적인 도구로 인정받고 있다. 기계는 기존 품질평가 방법에 비해 많은 장점이 있기 때문이다. 원래 사람이 등급을 평가하는 것보다 빠르고, 훨씬 더 많은 양을 수행할 수 있는 능력뿐만 아니라 그날의 감정이나 피로도 등의 주관적 관점이 배제되기 때문이다. 이러한 장점들 덕분에 머신러닝 시스템은 소도체를 제외하고도 여러 식품분야에서 응용되고 있다. 그리고 앞으로도 머신러닝에 대한 더 좋은 방법과 연구들이 진행될 것이다. 미래에는 소비자들은 필요에 따라 식품의 품질과 안정성을 평가할 수 있는 시스템을 휴대폰에서 확인할 것이다(Taheri-Garayand et al., 2019).

3. 가금 분야

닭 또한 돼지와 같이 무게를 예측하고자 하는 노력이 많았다. 닭들은 하루 평균 약 50g씩 중량이 증가하고 출하시기가 하루 이틀만 늦어져도 품질에 이상이 오기 때문이다. 그래서 원하는 등급의 닭을 출하하고 닭의 출하 시점을 예측하기 위해서 지속적인 닭의 무게 측정이 필요하다. 더군다나 가금류의 무게 감소는 가금류 질병이 원인이 되기도 하는데, 가금류 질병의 발생은 농장 생산 경제에 큰 영향을 미치기 때문에, 조기에 이를 눈치채는 것은 상당히 중요한 일이다(Okinda et al., 2019). 하지만 한 번에 수만 마리의 개체를 사육하기 때문에, 사람이 직접 닭의 무게를 측정하는 것은 불가능에 가까웠다.

그래서 1990년대에는 닭은 헛대에 올라가는 습성을 이용해 헛대 몸무게를 만들어 개체들의 무게를 재는 시도도 있었다. 그리고 최근에 와서야 돼지처럼 사료통 위에 수직으로 카메라를 설치하고 닭들의 부피를 유추해 무게를 예측했다. 닭은 돼지보다 수가 훨씬 많고 빨라서 개체를 식별하기가 쉽지 않았기 때문이다.

동물들의 복잡한 유전자 특성을 파악하기 위해 대규모 게놈 전체 연관 연구(GWAS)가 수행되었다. 그 중에서도 다유전자의 특성을 설명하기 좋은 예로는 사람의 키 형질이 있다. 사람 키의 유전율은 약 80%에 달하고 423개의 유전자 좌에서 697개의 SNP를 식별했지만, 해당 유전자좌는 전체 유전 가능성의 16%만 설명하는 데 그쳤다. 즉 결측된 유전자로 추정되는 것들은 실제로 결측된 것이 아니라, 단일 SNP 효과가 너무 작아 통계적 검정을 통과하지 못했기 때문에 검출되지 않은 것이다(Yang et al., 2010).

그런 점에서 소, 돼지, 닭에서 성장형질(무게)과 관련된 게놈 유전자는 무게 데이터와 쉽게 대응되었지만, 소의 마블링 지수는 정형화된 데이터로써 유전자좌를 대응시키지 못했다. 하지만 머신러닝 시스템은 이를 보완하고 또한 실시간으로 후보 동물의 무게를 예측하고 측정하면서 훨씬 더 정확하게 육종가를 예측할 뿐만 아니라, 앞으로 효율적으로 개량할 토대가 될 것이다(Park et al., 2020).

요약

본 연구는 국내 ICT 융복합 확산사업의 평가를 함으로써 그동안의 성과와 문제점을 밝혀내고, 추후 가축 육종을 위한 ICT 기기 이용의 기초 자료로 활용하기 위해 수행하였다. 먼저 국내 축산 분야 ICT 기기 도입 현황 및 스마트팜 연구 개발 추진 현황에 대해 살펴보고 나아가 축종별 스마트팜 기술 개발 연구 동향에 대한 조사를 실시하였다. 현재 양돈, 한우, 가금 분야에서 1세대 한국형 스마트 축사 모델 개발이 완료되었고, 축종별 ICT 필수 사양 장치 요소 기술의 개발 및 실용화 개선 방안 연구 등이 활발하게 진행되고 있다. 하지만 스마트팜 선도 국가들과 비교 시에 국내 ICT 기술 수준은 아직 개선의 여지가 있고, 표준화 및 연계 장치 구축이 미흡하여 양질의 데이터가 생산이 되어도 수집된 자료가 정밀 데이터로서 활용되는데 어려움이 존재한다. 또한, 통합 데이터 플랫폼의 부재로 가축 생체 및 환경데이터를 수집해도 공유가 불가능한 실정이다. 따라서 현 문제점을 개선하여 축종별 정밀 데이터 수집 및 공유 체계가 구축된다면, 국내 가축들의 개량을 신속하고 과학적으로 실시할 수 있을 것으로 기대된다.

색인: ICT 융합, 스마트팜, 축산

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020-0-01441, 인공지능융합연구센터지원(충남대학교)).

REFERENCES

- 국립축산과학원. 2017. 2018년 주요업무계획. pp. 31-31.
- 국립축산과학원. 2019a. 2020년 주요업무계획. pp. 15-15.
- 국립축산과학원. 2019b. 센싱정보 기반 돈사환경 미세조절 기술 및 돼지 성장예측 모델 개발. 순천대학교 연구보고서.
- 국립축산과학원. 2020. 2021년 주요업무계획. pp. 19-19.
- 국립축산과학원. 2021. 육계 실시간 생체·행동 계측 및 무인관리 기술 개발. 국립축산과학원 연구보고서.
- 권경석. 2017. ICT 융복합 기술을 이용한 축산 스마트팜 연구 개발 및 추진 현황. Magazine of the Korean Society of Agricultural Engineers. 59(2):38-45.
- 김종복, 권경석, 김종근, 장동화, 양가영, 최성민. 2020. 돼지 스마트팜 사양관리장치 단체표준 보완요소 발굴. 한국농공학회 학술대회초록집. pp. 262-262.
- 농림축산식품부 보도자료. 2020.11.16. 지능형 축사 감지기 국가표준 신규제정. <https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/68/325238/artclView.do>. 검색일:2021.10.28.
- 농림축산식품부. 스마트 축사. <https://www.mafra.go.kr/mafra/1372/subview.do>. 검색일:2021.10.2.
- 박지연, 이명기, 허덕, 이정민, 김부영. 2020. 농업 혁신성장을 위한 농업기술 및 혁신성과 확산체계 개선 방안 (2/2차년도). 한국농촌경제연구원 기본연구보고서. pp. 1-214.
- 애그리로보텍. 2019. 축산 ICT 장치 기준설정 및 빅데이터 활용, 젓소 건강 모니터링 기술 연구. 농촌진흥청 연구보고서.
- 양가영, 전중환, 권경석, 최희철, 하재정, 김종복, 이준엽. 2018. 영상정보에 의한 모돈의 분만징후 행동특성 분류. 한국산학기술학회 논문지. 19(12):607-613.
- 윤남규, 이재수, 박경섭, 이준엽. 2017. 한국형 스마트팜 정책 및 기술개발 현황. Magazine of the Korean Society of Agricultural Engineers. 59(2):19-27.

- 이상연, 이인복. 2020. 강제환기식 오리사의 내부 온·습도 환경 분석 및 예측을 위한 에너지 모델 개발. 한국농업기계학회 학술발표논문집. 25(1):82-82.
- 이종욱, 최용주, 박대희, 정용화. 2018. CNN 기반의 소리 잡음에 강인한 돼지 호흡기 질병 탐지 및 식별 시스템. 한국정보기술학회논문지. 16(5):1-13.
- 최선호. 양돈 스마트팜의 이해와 활용. 2017. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbb/farmUseTechDtl.ps?menuId=PS00072&farmPrcuseSeqNo=100000153966&totalSearchYn=Y>. 검색일:2021.10.29.
- 통계청. 2021. 2021년 1분기 가축동향조사결과. <https://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>. 검색일:2021.10.27.
- 한국과학기술기획평가원. 2020. 2020년 기술수준평가 - 농림수산·식품. 한국과학기술기획평가원 연구보고서.
- 한국농촌경제연구원. 2019. ICT 활용 축종별 스마트 축사 관리모델 개발. 한국농촌경제연구원 연구보고서.
- Brethour JR. 1994. Estimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures. *Journal of Animal Science*, 72(6): 1425-1432.
- Frost AR, Schofield CP, Beulah SA, Mottram TT, Lines JA and Wathes CM. 1997. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. *Computers and electronics in agriculture*, 17(2): 139-159.
- Jang DH, Kim CS, Ko YG and Kim YH. 2020. Estimation of Body Weight for Korean Cattle Using Three-Dimensional Image. *Journal of Biosystems Engineering*. 45(4): 325-332.
- Kim GT, Kang SJ, Yoon YG, Kim HS, Lee WY and Yoon SH. 2017. Introduction of Automatic grading and classification Machine and Operation Status in Korea. *Korean Society for Food Science of Animal Resources*. 6(1): 34-45.
- Lee JU, Choi YJ, Park DH and Chung YW. 2018. Sound Noise-Robust Porcine Wasting Diseases Detection and Classification System Using Convolutional Neural Network. *Korean Institute of Information Technology*. 16(5): 1-13.
- Marchant JA, Schofield CP and White RP. 1999. Pig growth and conformation monitoring using image analysis. *Animal Science*, 68(1): 141-150.
- Meng X, Sun Y, Ni Y and Ren Y. 2014. Evaluation of beef marbling grade based on advanced watershed algorithm and neural network. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(2): 206-211.
- Okinda C, Lu M, Liu L, Nyalala I, Muneri C, Wang J and Shen M. 2019. A machine vision system for early detection and prediction of sick birds: A broiler chicken model. *Biosystems Engineering*, 188: 229-242.
- Park MN, Seo D, Chung KY, Lee SH, Chung YJ, Lee HJ and Lee SH. 2020. Genomic partitioning of growth traits using a high-density single nucleotide polymorphism array in Hanwoo (Korean cattle). *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33(10): 1558.
- Parsons DJ, Green DM, Schofield CP and Whittemore CT. 2007. Real-time control of pig growth through an integrated management system. *Biosystems engineering*, 96(2): 257-266.
- Schofield CP, Marchant JA, White RP, Brandl N and Wilson M. 1999. Monitoring pig growth using a prototype imaging system. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72(3): 205-210.
- Taheri-Garavand A, Fatahi S, Omid M and Makino Y. 2019. Meat quality evaluation based on computer vision technique: A review. *Meat science*, 156: 183-195.
- Yang J, Benyamin B, McEvoy BP, Gordon S, Henders AK, Nyholt DR and Visscher PM. 2010. Common SNPs explain a large proportion of the heritability for human height. *Nature genetics*, 42(7): 565-569.