

인공신경망을 이용한 축사 환경 제어 방안

민재홍* · 허미영* · 박주영*

*한국전자통신연구원

The control method on environment in pen using artificial neural network

J. H. Min* · M. Y. Huh* · J. Y. Park*

*ETRI

E-mail : jhmin@etri.re.kr

요 약

축산업에서 가축의 질병을 예방하고, 고품질의 축산 상품을 최대한으로 생산하기 위해서는 가축이 사육되는 축사의 환경을 최적의 상태로 관리할 필요가 있다. 오늘날 가축이 사육되는 환경을 개선하고 관리하고자, 공기 환경, 사육 환경 등 각각의 요인들과 가축의 생체 간 수치적 규칙을 해석하는 가축의 생육 모델 관련 연구가 진행되고 있다. 그러나 종래의 생육 모델로는 공기 환경과 사육 환경을 복합적으로 분석하고 해석하여, 축사에서 복합 환경을 제어하기 위한 의사 결정을 지원하기에는 미흡하다. 따라서 본고는 축적된 생체 정보, 공기 환경, 사육 환경 및 생산 정보를 기반으로, 인공신경망을 이용한 복합 환경과 가축의 생체 간 계량적 모델을 생성하여 소프트웨어 기반으로 축사의 복합 환경을 제어할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

In order to prevent livestock diseases and produce the high quality livestock products in the livestock industry, it is necessary to manage the conditions of the livestock farms in the optimal condition. Therefore, these days the research on livestock growth models that analyze the factors of the air environment, the breeding environment, and the numerical rules of livestock in vivo is being carried out to improve and manage the environment in which livestock are kept. However, conventional models of growth are not sufficient to support the decision-making to control complex environment in pen by analyzing and interpreting air environment and breeding environment in a complex way. In this paper, we propose a method to control the complex environment in pen by using artificial neural network model based on biological information, air environment, breeding environment and production information.

키워드

축사환경제어, 스마트농업, 스마트축산, 인공신경망

I. 서 론

한국농촌경제연구원에 따르면 우리나라 축산업은 2014년도에 농림업 생산액의 40%를 차지하고, 2030년까지 50%까지 확대될 전망이다. 또한 축산농가는 지속적으로 감소하나 전업농이 증가하고 규모도 커지고 있고, 축산물 소비는 경제성장에 따라 꾸준히 증가 추세이다[1]. 또한, FTA체결에 따른 시장개방으로 국내 축산업은 축산규모의 영세성을 극복하고, 대외 경쟁력을 가질 수 있는 자본 기술이 집약된 차세대 축산생산시스템인 스마트축산 기술 개발이 필요한 시점이다.

스마트축산은 기존의 축사의 자동화 생산기술에 ICT 기술을 접목하여 원격 및 자동으로 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리하여 축산물의 생산성과 품질을 제고하는 축사를 의미한다. 특히, 축사용 복합환경제어는 가축의 생체정보와

환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 농작물의 생육환경을 원격·자동으로 제어하여 가축의 최적 성장환경을 유지·관리하는 것으로 스마트축산 구현을 위한 핵심기술이다[2][3]. 한편 국내 축사용 복합환경제어 기술은 온도, 습도, 가스 및 사양관리 등의 환경을 가축사육 기술 및 전문가의 자문을 통하여 환경을 설정하여 기계적으로 조작하는 하드웨어 자동화 단계이다. 이러한 자동화는 노동력 절감 등의 단순효과는 있으나, 실질적인 생산량 증대 및 품질을 개선하기 위하여 가축의 생육, 생체 상태를 실시간으로 모니터링하고 최적 환경을 제어하는 소프트웨어 기반의 복합환경제어 기술이 필요하다.

따라서 본고는 이러한 축사 복합환경제어기술의 방안제시의 일환으로 축적된 생체정보, 환경정보 및 생산정보를 기반으로 인공신경망을 이용한

가축 생산량 예측 방안을 제시하고자 한다.

II. 스마트축산 빅데이터 분석 현황

농촌진흥청에서는 2014년부터 2016년까지 “가축관리 및 돈사환경 관측 빅데이터 활용에 관한 연구”를 수행하였고, 주요 연구내용은 기계학습들을 이용하여 체중, 표피온도, 부피 및 체지방량 등의 생체데이터와 환경데이터의 연관성 모델을 개발하였다. 또한, 개체가 건강하게 자라는데 가장 큰 영향을 주는 환경요소들을 도출하여 실제 스마트돈사를 보급할 때 돈사관리에 도움이 되는 센서 들만 사용하고, 영향을 많이 주는 요소를 측정하는 센서의 정확도를 높임으로써 더 적은 비용으로 돈사를 더 효율적으로 관리할 수 있게 한다. 그리고 추가적으로 수집된 데이터로부터 실시간으로 학습을 수행하는 딥러닝 (Deep Learning) 방식을 고려하도록 하여, 실시간으로 수집되는 개체의 음성데이터 등을 분석하여 개체의 상태가 어떠한 지 알아내는데 사용될 수 있다. 그리고 클러스터링을 이용하여 질병에 걸리거나 건강에 문제가 발생한 개체를 파악하는 방안을 개발하였고, 질병개체 파악방안을 좀 더 일반적인 환경을 고려하여 고도화하였다[4].

향후 농촌진흥청에서는 2016년부터 2018년까지 “ICT적용 축산농가의 빅데이터 활용 컨설팅 기술” 개발 과제를 수행하고 있으며, 주요 연구목표는 축산 ICT 사육시설·장치 데이터와 농가경영관리프로그램 및 기타 유관기관 정보를 활용한 빅데이터 구축 및 분석을 위한 국가단위 빅데이터 통합관리 시스템 구축과 이를 활용한 컨설팅 플랫폼 개발이다. 또한, 중요 연구내용은 축종별 국가단위 클라우드 시스템 기반 빅데이터 통합관리 및 가치 창출형 빅데이터 해석 알고리즘 개발한다[4].

상기 언급한 농촌연구원의 연구 결과를 기반으로 축사 가축의 경우, 축사 내의 공기 환경(온도, 습도, 이산화탄소, 조도, 암모니아, 황화수소, 먼지 등)과 사육 환경(물 섭취량, 사료 섭취량)에 따라 가축의 생체 상태(행동, 발성음, 체온, 체위, 체중 등)가 직접적으로 영향을 받기 때문에 환경과 생체상태의 연관성을 분석하면 가축의 생산성을 높일 수 있다. 따라서 주요 환경요인과 생체상태 및 생산실적의 요인간의 연관성을 도식하면 (그림 1)과 같다.



그림 1. 축사 환경, 생체 및 생산 관계

III. 인공지능경망

2장에서 살펴본 빅데이터 기반의 환경과 생체 관계 분석은 환경과 생육간의 데이터 기반의 연관성 모델을 개발하여 현재의 성장상태를 해석하고 일정 기간 후의 생체상태를 예측하는 방식이다. 즉 주요 환경 요인에 기반한 가축의 생체상태에 대한 수학적 모형을 설정하고 환경요인에 의한 생체상태를 정량적으로 해석하기 위하여 통계적 방법에 의한 회귀분석, 시계열 분석 등을 이용하고 있지만, 복합 환경과 생체간의 정량적 관계에 대한 규칙을 도출하기에는 어려움이 있다 [5].

한편 인공지능경망 모형은 학습을 통한 패턴인식이란 측면에서 강점을 가지고 있고, 변수 간에 관계가 존재할 것으로 보이지만 그 관계를 수식 또는 통계적으로 명확히 표현하기 어려운 경우 충분히 많은 관측 자료를 이용할 수 있을 때 효과적인 방법이다. 그러나 인공지능경망 모형에 의해 추정된 결과는 논리적 근거를 제시하지 못한다는 단점이 있으나, 다양한 요인에 의한 복잡한 패턴 및 불규칙한 모형에서는 우수한 예측력을 지니는 특징이 있다[5].

인공 신경망은 정보가 들어오는 입력 층, 뉴런에 미치는 영향의 크기를 조절하는 연결강도 및 바이어스, 입력과 연결강도를 결합하는 결합함수, 그리고 결합함수로부터 나온 결과를 변환하여 출력 값을 결정하게 하는 활성화 함수로 구성된다. (그림 2)는 n개의 입력을 받아 각각 연결강도를 곱한 총합을 활성화 함수에 의해 변형하여 출력 값을 계산하는 인공 신경망의 작동을 설명한다 [6][7].

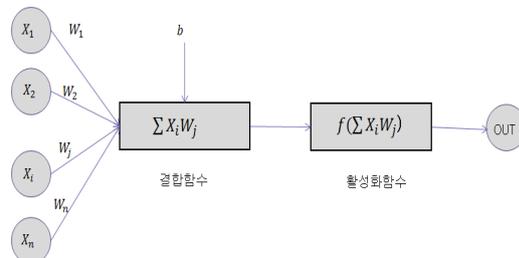


그림 2. 신경망의 기능 모델

현재 다양한 신경망 모델들이 제안되고 있지만 계층 수, 출력형태, 데이터유형, 학습 방법, 정보 전달방법 및 활성화 함수 등 몇 가지 기준에 의해 신경망을 분류할 수 있다. 계층의 수에 따른 분류를 보면 크게 단층(single-layer) 신경망과 다층(multi-layer) 신경망의 2가지로 구분된다. 단층 신경망은 가장 단순한 구조로서 외부 입력을 받아들이는 입력 층과 신경망에서 처리된 결과를 출력하는 출력 층으로 구성된다. 단층 신경망은 AND, OR 연산 등 선형분리 가능한(linearly separable) 응용에만 적용할 수 있다. 반면 다층 신경망은 임의 유형의 분류가 가능하므로 보다 다양하게 응용될 수 있다[6].

다층 신경망은 여러 계층으로 구성된 신경망 구조이다.(그림 3)은 3계층 신경망 구조를 나타낸 것이다. 3계층 신경망은 외부 입력을 받아들이는 입력 층, 처리된 결과가 출력되는 출력 층, 입력 층과 출력 층 사이에 위치하여 외부로 나타나지 않는 은닉 층의 3계층으로 구성되어 있다. 3계층 신경망 구조에서는 입력 층의 입력에 따라 은닉 층의 출력이 나오며, 은닉 층의 출력은 다시 출력 층에 입력되어 최종 출력이 나오게 된다. 특수한 응용 목적에 따라서는 2개 또는 3개의 은닉 층을 사용하는 4계층 또는 5계층의 다층 신경망 구조도 이용되고 있다[6].

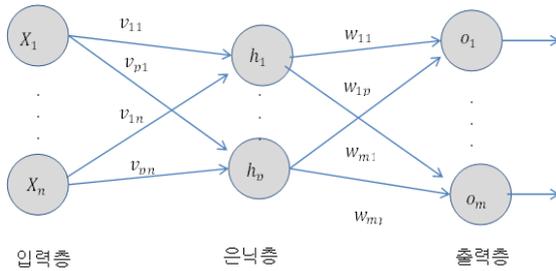


그림 3. 다층 신경망의 구조

IV. 인공신경망을 이용한 축사 생산량 예측

기존의 가축 생육모델은 가축에 직접 영향을 미치는 공기 환경(온도, 습도, 이산화탄소, 조도, 암모니아, 황화수소, 먼지) 및 사육 환경(물섭취량, 사료섭취량) 등 각각의 요인들과 생체간의 수치적 규칙을 해석하였다. 이러한 생육모델로는 공기 환경과 사육환경을 복합적으로 분석하고 해석하여 축사에서 복합환경제어를 위한 의사결정을 지원하기에는 미흡하다. 따라서 본 연구는 회귀모형 및 시계열 모형을 이용한 생산량 모형 개발 방법에서 발견되는 문제점을 보완할 수 있는 새로운 모형 개발 방법을 도입하여 기존 모형과 상호 보완적인 모형을 개발하고자 하였다. 그 중에서 인공신경망은 독립변수 간 상관관계 및 변수 분포에 대해 특별한 가정을 하지 않고, 변수들 간

의 비선형 관계에 대한 분석과 모형의 일반화에 장점을 가지고 있다[5].

이에 본 연구는 대표적인 축산물인 소, 돼지에 대한 생산량 예측 인공신경망 모형 개발에 대한 방향을 제시한다. 인공신경망의 구조는 정보가 들어가는 입력 층, 결과 값을 내는 출력 층과 입력 층과 출력 층 사이에서 정보를 처리하는 1개의 은닉 층으로 구성되어 있다. 입력 층의 노드는 (그림 1)과 같이 생산량에 일차적인 영향요인인 환경요인으로 구성되고 은닉 층은 생산량에 직접적인 요인인 생체상태 요인으로 구성하고 출력 층은 생산성의 중요지표인 생산량, 품질, 출하시기 및 평균체중으로 구성한다. 이러한 원칙에 따라 축사 사육 가축에 대한 복합환경 생육모델의 인공신경망의 구조를 (그림 4)와 같다[5].

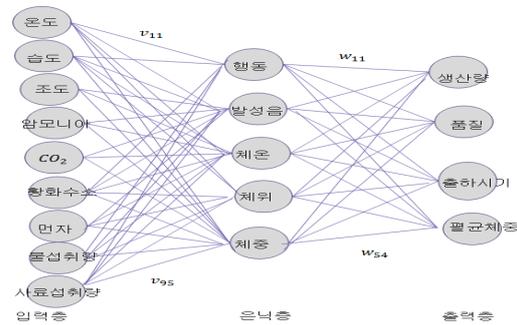


그림 4. 생산량 예측 인공신경망 구조

환경요인의 입력 값이 단위가 다르고 인공신경망의 입력 값의 중요도를 동일하게 하기 위하여는 모든 입력 값이 0과 1사이로 입력이 되도록 데이터전처리 과정을 통하여 조정한다. 따라서 모든 입력 값은 아래와 같은 공식을 사용하여 속성의 값이 0.1에서 0.9의 범위를 갖도록 변환한다 [8].

$$x_n = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \times 0.8 + 0.1$$

x_n = 데이터 값

x_{\min} = x 데이터가 가지는 값 중 최소값

x_{\max} = x 데이터가 가지는 값 중 최대값

그리고 초기의 연결강도를 환경요인과 생체요인과의 상관관계를 분석하여 v_{ij} 값을, 생체요인과 생산량과의 상관관계를 분석하여 w_{ij} 값을 설정한다. 또한, 초기 연결강도를 학습을 통하여 목표치에 근접하도록 조정한다. 또한 환경요인과 생체간의 정량적 관계를 수학적인 공식으로 모델화한 생육예측 모델을 분석하여 결합함수와 활성화 함수를 선정하고, 가축의 생체해석을 통하여 가축의 생산량 및 품질을 예측하는 생체해석 모델을 분석하여 결합함수와 활성화 함수를 선정한다.

V. 결 론

국내 축사 복합환경제어 기술은 온도, 습도 및 CO₂ 등의 환경을 축산물 사육 기술 및 전문가의 자문을 통하여 환경을 설정하는 하드웨어 자동화 단계이다. 이러한 자동화는 노동력 절감 등의 단순효과는 있으나, 실질적인 생산량 증대 및 품질을 개선하기 위하여 가축의 생체, 생리 상태를 실시간으로 추적하고 최적 환경을 제어하는 소프트웨어 기반의 복합환경제어 기술이 필요하다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 S/W 기반의 축사용 복합환경제어기술의 방안 제시의 일환으로 농촌진흥청에서 수행중인 스마트축사 빅데이터 분석 연구와 인공지능 기술동향을 분석하고, 이를 기반으로 인공지능을 이용한 축산물 생산량 예측 방안을 제시하고자 하였다. 따라서 본 논문에서 제시한 인공지능을 이용한 축산물 생산량 예측 방안을 복합환경제어 장치에 적용하여 최적 환경제어에 활용하기 위하여 축사 현장에서 발생하는 환경 및 생체 자료를 장기적으로 추적하고, 이를 기반으로 환경과 생체간의 계량적인 관련성을 분석하여 인공지능의 입력항목, 출력항목, 결합함수 및 활성화 함수에 대한 수학적인 함수를 도출하여야 한다. 또한 지속적으로 환경, 생체 및 생산량 정보를 수집하고, 인공지능에 입력하여 학습을 통한 최적의 노드 간의 가중치를 구하여야 한다.

본 논문에서 제시한 인공지능을 이용한 축사 복합환경제어 알고리즘 개발은 축산 재배 분야 전문가와 인공지능분야 전문가의 협업을 통하여 장기적인 과제를 지속적으로 수행하여야 한다. 또한 축종별 개발된 알고리즘의 학습 및 보안을 지속적으로 수행하기 위하여 장기적이고 지속적인 자료 수집이 요구됨으로, 자료 구조에 대한 표준화를 추진하여 자료 수집 및 활용의 효율성을 높이는 작업이 병행되어야 한다.

참고문헌

- [1] 이준엽, “4차 산업혁명을 선도하기 위한 스마트 축산 전략”, 국립축산과학원, 2017. 2.
- [2] 김상철, “한국형 스마트팜 모델 개발과 표준화”, 국립농업과학원, 2016. 2.
- [3] 농림수산물교육문화정보원, “스마트팜 빅데이터 수집 및 활용체계 구축”, 2016. 7.
- [4] <http://www.fris.go.kr/>
- [5] 박진기, “인공지능을 이용한 쌀 생산량 예측 및 기후변화 시나리오 적용”, 충북대학교 대학원, 2014. 2.
- [6] 박진금, “신경망 및 신경망-유전자 결합모형을 이용한 하천 유출량 예측”, 전남대학교 대학원, 2006.2.
- [7] 김성필, “딥러닝 첫걸음”, 한빛미디어, 2016.12.

- [8] 정승훈, “인공지능을 이용한 프로스포츠 소비자행동 분석 및 예측”, 경희대학교 대학원, 2011.08.