

스마트 가축방역 추진전략 및 정책 우선순위

Development of Smart Livestock Disease Control Strategies and Policy Priorities

이정영(Jeongyoung Lee)*, 고상민(Sang Min Ko)**, 김민종(Meenjong Kim)***,
지용구(Yong Gu Ji)****, 김훈태(Hoontae Kim)*****

초 록

축산업 분야는 대량적이고 밀집적인 생산이 가능하기 때문에 양돈·양계·오리를 중심으로 대규모 형태의 자본 집약적인 산업으로 빠르게 진행되고 있다. 하지만 전염병이 급격히 확산되면 축산업과 국민 생활에 심각한 위협이 될 수 있다. 이에 대비하기 위해 국가는 가축 방역 5단계에 맞추어 2013년 국가동물방역통합시스템(KAHIS)을 구축하여 운영하고 있다. 이에 따라 구축된 디지털화된 데이터와 정보는 관리의 용이성이 뛰어나지만, 유기적 연계를 통한 대책 마련이 쉽지 않다는 어려움이 지적되고 있다. 최근 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI) 등과 같은 제4차 산업혁명 시대의 기술이 빠르게 발전하면서 이를 도입하여 스마트 가축방역으로의 발전이 추진되고 있다. 이에 따라 본 연구는 5개 방역단계별로 국내외 4차 산업혁명 기술 적용 현황을 조사하여 가까운 시일 내에 실천 가능한 후보 과제 13개를 도출하였다. 정책 수립의 우선순위를 확인하기 위하여 전문가 집단을 대상으로 조사하여 5개 방역단계의 우선순위와 각 단계별 우선순위를 조사하였다. 본 연구의 결과물은 스마트 가축방역 연구, 가축방역 분야의 선진화를 위한 정책 수립에 도움이 될 것으로 기대한다.

ABSTRACT

With massive and dense production, the livestock industry is rapidly moving into a large-scale, capital-intensive industry especially in swine, poultry, and ducks. However, livestock epidemics can pose a serious threat to the livestock industry and the lives of the people. The government has established and operates the National Animal Protection and Prevention System (KAHIS) since 2013 in order to control the threat, in accordance with the five stages. The digitalized data and information are excellent in ease of management, but it is also pointed out that it is difficult to take countermeasures through linkage with the data in an emergency situation. Recently, the technology of the fourth industrial revolution such as Internet of Things (IoT), Big Data, Artificial intelligence (AI) has been rapidly implemented to the livestock industry, which makes smart livestock disease control system

* First Author, Graduate Program of Convergence Technology Management Engineering, Yonsei University(james@mainit.net)

** Co-Author, Department of Industrial Engineering, Yonsei University(sangminko@yonsei.ac.kr)

*** Co-Author, Department of Industrial Engineering, Yonsei University(mjkim67@yonsei.ac.kr)

**** Co-Author, Department of Industrial Engineering, Yonsei University(yongguji@yonsei.ac.kr)

***** Corresponding Author, Department of Industrial Engineering, Daejin University(hoontae@daejin.ac.kr)

Received: 2018-10-15, Review completed: 2018-11-06, Accepted: 2018-11-14

possible. Therefore, this study investigated the domestic and overseas cases which apply 4th Industrial Revolution technology in the industry, and derived 13 possible candidate tasks in the near future. In order to ascertain the priority of policy formulation, we surveyed the expert groups and examined the priority of each of the five stages of the prevention and the priority of each stage. The results of this study are expected to contribute to the establishment of policies for the advancement of smart livestock disease control research and livestock protection.

키워드 : 스마트 가축방역, 제4차 산업혁명, 정책 우선순위

Smart Livestock Disease Control, Fourth Industrial Revolution, Policy Priorities

1. 서 론

대규모의 피해를 발생시켰던 2015년 돼지 구제역 사태와 2016년 말 고병원성 조류인플루엔자 발생을 계기로, 국가 재난형 가축 질병에 대한 방역체계의 개선 요구가 증가하고 있다[6, 26].

그동안 정보통신기술(ICT)을 접목하여 가축 질병 문제를 해결하려는 시도는 2010년 초반부터 있었으나[24], 현장에의 구체적인 적용 방안은 아직 부족한 상태이다. 한편 4차 산업혁명의 등장으로 빅데이터와 IoT와 같은 IT기술을 통해 구제역과 같은 질병 확산을 방지하고 해결할 수 있는지에 대해 논의가 진행되고 있다[4, 5, 27].

축산업은 다른 농업 분야와 다르게 비교적 작은 규모의 부지에 공장식 축사를 건립하여 대량적·밀집적인 생산이 가능하기 때문에 과거 소규모 형태의 노동집약적인 방식에서 더욱 대규모 형태의 자본 집약적인 산업으로 빠르게 변화하고 있으며, 특히 양돈·양계·오리를 중심으로 이러한 현상이 빠르게 나타나고 있다.

공장식 축산을 통해 사료급여, 사육환경, 도축·가공, 유통, 소비까지 생산성을 높이기 위해 노력하고 있으며[20], 질병 관리 부문에서도

ICT를 활용한 가축 관리가 진행되고 있다[19].

특히 ICT를 이용한 스마트 축산을 도입하여 가축의 사육환경과 생물적 특성 등을 추적·관찰하여 데이터화하고, 이를 이용한 과학적 분석을 통해 우수한 품질의 축산물 생산이 가능하며, 그 결과 생산성 향상은 물론 이윤창출이 가능하다. 이에 정부에서는 가축전염병 발생에 대한 예방·예찰과 질병 발생 시 유기적인 방역이 가능하도록 국가동물방역통합시스템(KAHIS)을 운영하고 있다[10].

재앙적인 가축전염병의 재발을 방지하고 방역대책을 지속적으로 추진하기 위한 정부의 적극적인 의지와 이에 대한 투자가 스마트 축산의 주요 견인 요인이 되고 있다.

스마트 축산은 첨단 ICT를 축산업에 접목하여 자동·원격으로 가축의 사육환경을 최적으로 유지·관리하는 시스템으로 정의할 수 있다. 이에 따라 스마트 가축방역은 방역의 전반적 단계에 걸쳐 축산농가와 검역본부를 비롯한 가축방역 관련 기관의 역할 지능화 및 기술 선진화를 통해 질병의 확산을 미리 방지하는 것을 목적으로 한다[9].

4차 산업혁명 시대에 대응하기 위해 스마트 축산과 가축 방역의 개념을 도입하여 KAHIS

를 개선할 수 있는 정책적 방안에 대한 모색이 필요한 상황이다[6].

본 연구는 축산업의 방역관리에 대한 패러다임 전환을 위해 스마트 가축 방역의 개념을 정의하고 기본 방향을 설정하며, 현재의 방역관리가 안고 있는 문제점들을 파악하여 지속할 수 있고 경쟁력을 갖춘 축산업 선진화 방안을 도출하는 데 그 목적이 있다.

이를 위해 국내 축산업의 방역체계, 국내 가축전염병 발생 및 방역 현황, 스마트 가축방역의 정의와 과제 등의 제도 개선 및 도입 타당성을 검토하고, 스마트 가축방역 추진전략 및 정책 우선순위를 파악하여 현재 KAHIS의 개선 방안을 제시하기 위해 첨단 ICT를 가축방역 시스템에 도입하여 성공적으로 운영되고 있는 국내의 사례를 분석하여 스마트 가축방역 시스템을 KAHIS에 도입할 수 있는 방안을 마련하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 스마트 가축방역의 개념 및 유형과 함께 국내외 현황을 조사하였다. 제3장에서 스마트 가축방역에서 요구되는 과제를 분석하여 제시하고,

제4장에서 전문가 설문을 바탕으로 스마트 가축방역의 우선순위를 도출하였다. 마지막으로 제5장에서 결론을 제시하였다.

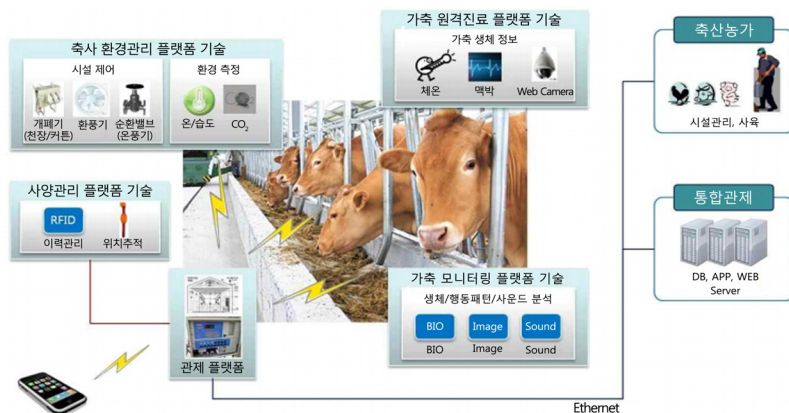
2. 스마트 가축방역의 개념 및 국내·외 현황

2.1 스마트 가축방역의 개념

가축 방역은 예방, 예찰, 진단, 통제, 사후 관리 등의 5단계로 구분하여 운영하고 있으며 디지털 가축방역 시스템은 모든 프로세스 단계를 디지털화하여 관리의 효율성과 효과성을 높이는 시스템이다[10].

디지털 가축방역 시스템은 질병 발생 정보, 방역상황 정보, 질병 분석정보 등에 대한 정보를 제공함으로써 가축방역에 필요한 데이터와 정보에 손쉽게 접근할 수 있는 기능을 제공한다.

디지털화된 데이터와 정보는 관리의 용이성이 뛰어나지만, 개별적으로 구축된 시스템 간의 정보 연계가 쉽지 않고 독립적인 활용에 그치는



<Figure 1> Smart Livestock Disease Control Framework[11]

경우가 많다. 그 때문에 비상 상황에서 유기적 연계를 통한 대책 마련이 쉽지 않다는 어려움이 지적되고 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해 스마트 가축방역 시스템 개념이 도입되고 있다. 디지털 가축방역 통합시스템을 통해 구축해 둔 DB의 활용성을 극대화하고 가축방역 시스템을 한 단계 더 발전시키는 방향으로 나아가갈 수 있도록 하는 것이 스마트 가축방역 시스템이라고 할 수 있다.

스마트 가축방역은 가축들의 생육 정보 및 환경정보 등에 대한 정확한 데이터 수집 및 분석에 기초하여 언제, 어디서나 가축의 생육환경을 점검하고, 시의적절한 처방 및 대처함으로써, 노동력/에너지/양분 등의 투입 비용을 적게 투입하고도 가축의 관리를 효과적으로 할 수 있도록 하는 미래형 시스템을 의미한다[15].

클라우드 슈밥에 의하면, 4차 산업혁명의 핵심적 특징은 기존 정보 기술을 바탕으로 한 초연결성 및 초지능화로 정의할 수 있다[22]. 또한, 이 두 가지 특성을 기반으로, 규모와 속도 면에서 대대적인 변화가 발생하며 단절되어 있던 여러 분야가 융·복합하는 초혁신적 성격을 지닌다[7, 21]. 이 관점으로 보았을 때, 스마트 가축방역은 4차 산업혁명의 한 분야로 볼 수 있으며, 스마트 가축방역 또한 4차 산업혁명의 핵심적 특성 및 기술 요소에 의해 그 핵심 개념을 설명할 수 있다.

2.1.1 초연결성 개념

각종 실시간 수집 및 분석 기술을 토대로 하여 언제, 어디서나 가축의 상태 및 환경에 대한 정보를 축산농가, 검역/방역 단체 및 유관 기관들이 신속하고 정확하게 파악하고, 상황에 대한 대응 및 유기적 협력을 가능하게 하는 시스템.

2.1.2 초지능화 개념

빅데이터 및 인공지능을 기반으로 축산 시스템과 관련 있는 다양한 분야의 대량 데이터를 분석 및 처리하고 이를 실시간으로 전달하고 효율적으로 관리하는 지능적인 가축방역 시스템.

2.1.3 초혁신성 개념

기존의 가축방역 시스템으로 발견하기 어려웠던 다양한 문제들을 정보 기술의 초연결성과 초지능화를 통해 인적 자원의 필요, 에너지 관리, 양분 관리 등 기존의 가축방역 시스템이 지니던 한계를 극복하는 미래형 가축 관리 및 방역을 위한 혁신적인 시스템.

2.2 스마트 가축방역의 기능

스마트 가축방역은 개체식별 및 질병 모니터링/감시시스템을 구축하고, 데이터를 통합적으로 관리하며, 시스템 정보 공유를 통해 질병의 확산을 미리 방지하는 것을 목적으로 한다.

좁은 의미에서 스마트 가축방역의 기능은 각종 ICT를 축산 환경에 접목하여 원격, 자동으로 가축의 생육환경을 적절하게 유지하고 관리할 수 있는 시스템을 의미한다. 이때, 가축의 생육 정보 및 환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 하여 언제 어디서나 가축의 상태를 점검하고, 시의적절한 대응 및 처방함으로써 노동력 절감, 생산성 제고 및 품질 향상을 도모할 수 있다[23].

넓은 의미에서의 스마트 가축방역의 기능은 단순히 하나의 축산농가 내 가축 관리의 개념에 국한되지 않고, 가축의 상태 및 질병 발병

및 확산에 영향을 미치는 축산의 전반적 가치 사슬에 대한 지능화를 통해 가축 상품, 서비스 및 공정 전반에서 새로운 가치를 새로 마련하는 역할을 한다[10].

2.3 스마트 가축방역의 국내·외 현황

미국과 유럽은 ICT의 축산업 도입을 통해 스마트 사회 실현을 목표로 디지털 가축방역 시스템을 도입하여 운영하고 있다[8].

미국은 농무부(United States Department of Agriculture, USDA)와 관련된 기관들이 다양한 동물 관련 문제를 모니터링하고 관련 정보를 수집하기 위하여 연속적인 프로그램을 수행하고 있다. 미국의 디지털 가축방역 관련 시스템은 가축식별, 건강 모니터링, 질병 감시시스템 등이 있으며, 이들 간 서로 데이터베이스를 유기적으로 교환하고 있다.

국가동물식별시스템(National Animal Identification System, NAIS)는 USDA에서 2003년 광우병 출현 이후 특정 동물을 식별하고 추적하여 정부의 동물 건강 감시를 확대하기 위해 구축한 현대적이고 능률화된 정보시스템이다. 국가동물건강보고시스템(National Animal Health Reporting System, NAHRS)은 2013년에 설립된 미국 내 세계동물보건기구(Organization for Animal Health, OIE) 이동성 질환과 관련된 종합 보고시스템이다. NAHRS는 매일 확인된 이동성 질병 및 미국의 가축, 조류 등에서 발생하는 관심 질병의 발생에 대해 보고하는 역할을 수행하고 있다[17]. 국가동물건강모니터링시스템(National Animal Health Monitoring System, NAHMS)은 동물 건강, 관리 및 생산성에 대한 데이터를 수집하고 분석하여 이를 미국 전역에 배포하기

위해 1983년에 설립되어 운영되고 있다[16].

유럽에서는 동물질병통지시스템(Animal Disease Notification System, ADNS)을 이용하여 중요한 전염성 동물 질병의 상황변화를 등록하고 기록하여 국가에서 발생한 동물 질병에 대한 자세한 정보를 제공하고 있다[1]. 유럽의 무역 제어전문가시스템(TRAde Control and Expert System, TRACES)은 EU 내 무역 및 수입에 관한 모든 위생 요구사항을 관리하여 거래된 동물에 대한 정보교환을 가능하게 한다. 또한 TRACES는 유럽 지역의 동물 질병에 대한 발생 상황을 평가하기 위해 ADNS와도 협력하고 있다[3].

호주에서는 동물 건강과 가축 산업의 지속 가능성을 보호하기 위해 설립된 Animal Health Australia(AHA)에서 국가동물건강정보시스템(National Animal Health Information System, NAHIS)이라는 데이터베이스 관리 시스템을 운영하고 있다. AHA는 NAHIS의 데이터를 이용하여 호주 내 동물의 건강 상태에 대한 정확한 요약 정보에 대한 분기 및 연간보고서를 생산함으로써 축수산물의 거래를 지원하고 호주의 국제적인 보고의무를 수행하고 있다[2]. 또한 국가가축식별시스템(National Livestock Identification System, NLIS)은 동물 식별자와 자산식별코드(PIC) 그리고 이동 데이터 및 세부 정보를 저장하고 상호 연관시키는데 필요한 데이터베이스를 결합하여 가축의 움직임을 추적할 수 있도록 하는 영구 생애 추적 시스템이다 [18, 25].

우리나라에서 가축방역을 대표하는 시스템은 KAHIS이며, 이 시스템은 축산농장 및 시설에 대한 정보와 축산시설을 출입하는 차량에 대한 정보 등 가축방역에 필요한 기초 정보를 제공

〈Table 1〉 Estimated Share of Smart Livestock Industry in Korea

	Total number of Livestock ^a	Number of Livestock under Smart tech ^a	Share of smart livestock industry
Beef Cattle	10,835,791	2,571	0.02%
Milk Cattle	1,671,856	389	0.02%
Swine	40,508,863	365,927	0.9%

Note) a: estimated five-year cumulative figures, data from[12].

하며, 예방에서 예찰, 진단, 통제, 사후관리까지 가축방역에 대한 통합적인 업무 처리를 지원하고 있다[13].

이러한 KAHIS의 도입으로 20시간 이상 필요하던 역학조사 시간을 첨단 ICT 기술을 활용하여 4시간 이내로 획기적으로 단축하고 가축 전염병 발생 시 차량등록제 운영관리시스템을 활용하여 축산차량의 이동 경로를 확인하여 질병의 확산을 조기에 차단하는 실질적인 성과를 거두고 있다.

2008년 시작하여 현재까지 10여 년간 운영되고 있는 KAHIS를 업그레이드하여 가축방역 시스템을 보다 효율적으로 운영할 수 있는 고도화의 필요성이 높아지고 있는 시점이다.

현재 국내에서는 IoT 기술을 활용하여 가축 생체신호 모니터링과 지능형 축사관리 시스템 등이 보급되고 있으나, 아직 매우 미비한 수준이고 기존 방역시스템과의 연계성 또한 부족한 것이 현실이다.

가축 방역과는 연계되어 지능형 축사관리 시스템의 도입 필요성이 제기되고 있다. 이는 ICT융복합 사업의 일환으로 환경 및 사양 관리 등 센서와 자동화기기 등 시설현대화 사업을 추진하는 것이다. 하지만 지능형 축사에 대한 축산농가의 의지가 높게 나타나고 있으나, 현재 보급 비중이 매우 낮은 수준이다[12].

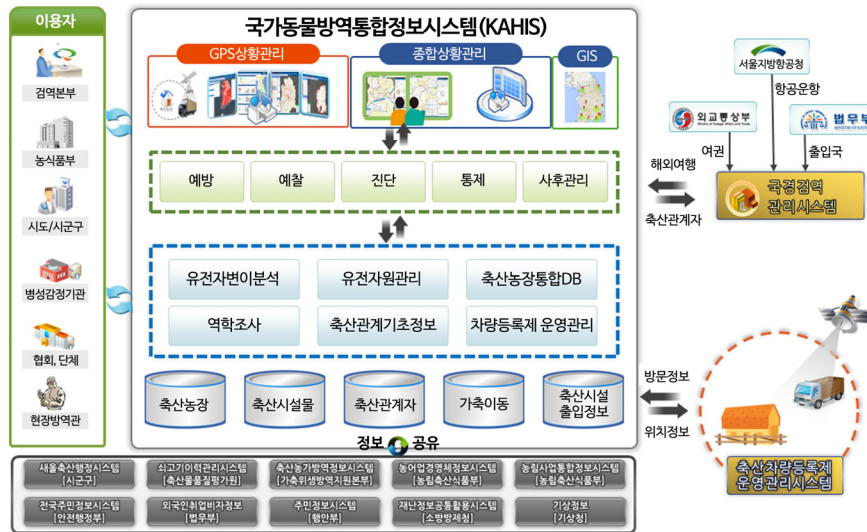
3. 스마트 가축방역 과제 도출

3.1 KAHIS 운영 현황

가축 질병 발생의 사전예방 및 질병 발생 시 확산방지를 위해 최신 ICT을 기반으로 동물 질병 및 가축방역 정보의 통합 관리를 목적으로 2008년에 사업을 시작하였다. 2009년에서 2012년까지 방역기초 DB 구축 및 예방에서 사후관리까지 통합업무시스템 구축을 목표로 「디지털가축방역체계 구축」 사업을 진행하여 2013년 1월에 KAHIS을 본격적으로 운영하기 시작했다[14].

KAHIS는 축산농장 및 시설에 대한 정보와 축산시설을 출입하는 차량에 대한 정보 등 방역에 필요한 기초 정보를 제공하며, 예방에서 예찰, 진단, 통제, 사후관리까지 가축방역 통합 업무처리를 지원한다.

한편 차량등록제는 현재의 KAHIS에서 핵심 기능으로 축산시설 출입 차량을 시·군 시스템에 등록하고 GPS 단말기를 장착하여 축산시설 출입정보를 수집하고 분석한다. 가축전염병 발생 시 「차량등록제운영관리시스템」을 활용하여 축산차량의 출입정보를 분석하고 이동 경로를 확인하여 질병의 확산을 조기에 차단한다. KAHIS를 활용하여 질병 발생 농장을 중심으로 방역대를



- 예방·예찰: 소독 및 시료검사, 백신 공급·접종 및 항체 양성을 확인, 축산농가 및 시설물의 방역실태 점검 등 사전예방 중심의 업무 처리 지원.
- 진단: 병성감정 의뢰 및 최종 진단 과정 지원, 질병 발생 정보 대국민 공개.
- 통제: 질병의 유입, 전파 요인에 대한 조사를 통해 방역대상 축산농장을 선정하고 이에 대한 조치를 수행.
- 사후관리: 가축 매몰지가 조성된 이후 관리 기간(3년)의 점검 및 관리.

〈Figure 2〉 KAHIS System Configuration Diagram(13)

설정하여 질병 확산을 신속하게 차단하고 축산 차량의 운행 정보를 활용하여 질병 전파 위험 차량에 대한 정보를 즉시 제공한다.

KAHIS의 성과 조사에 따르면 지자체 서류 및 축주면담에 의존하여 20시간 이상 필요하던 역학조사 시간을 KAHIS의 첨단 ICT 기술을 활용하여 4시간 이내로 획기적으로 단축하고 신뢰도가 향상되었다.

2016년 11월부터 2017년 4월까지 발생한 AI와 구제역 등 가축전염병에 대한 예방조치, 발생 후 대응 및 사후조치 과정에서 매뉴얼 및 긴급행동지침 등과 관련된 전반적인 사항을 점검한 결과 KAHIS에 대해 다음과 같은 문제점들이 지적되었다.

KAHIS를 구축하고서도 AI 바이러스 검사, 구제역 백신 접종관리 등에 시스템을 실질적으로

활용하고 있지 못하고 있으며, 실제 시·도에서 검사의뢰 명세를 입력하지 않아 농림축산검역본부 직원이 별도로 정밀검사 의뢰 명세를 입력하는 등 방역 관련 정보가 현행화 되지 못하고 있다.

이에 따라 첫째 축산차량의 농장 및 시설 출입정보를 활용한 질병 확산 조기 차단, 둘째 서류 및 축주면담에 의존하던 역학 관련 농장 파악 소요 시간의 단축 및 신뢰도 향상 필요, 셋째 거점소독장소 운영 상황 파악 및 질병 발생 농장의 사료공급, 출하, 계열화 등 핵심 키워드 검색 필요, 넷째 미등록 축산차량에 대한 관리 강화 및 질병 발생농장 방문 차량에 대한 신속한 방역 조치 필요성 증가, 다섯째 농장정보 현행화 기관(방역본부)의 실시간 농장정보 현행화 보완 등의 개선 필요성이 제기되었다.

3.2 중장기 KAHIS 발전 방향

ICT를 기반으로 동물 질병 및 가축 방역 정보를 관리하는 KAHIS를 4차 산업혁명 기술을 적용을 통해 고도화 할 수 있으며, 축산업 종사자와 방역 관리자의 유기성 증진을 통해 방역에 있어서 각 주체의 개선 방향을 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다.

현재 KAHIS는 축산차량과 축산 농장에 대한 체계적 관리를 통해 질병 전파를 조기에 차단하기 위한 단기 과제들을 수행하고 있으나, 장기적으로는 사전 예방 중심의 방역 체계로의 시스템 개선이 필요하다. 따라서 중장기 발전 방향으로 첫째 질병 발생 위험도 사전 예측 및 조기 경보 기능 강화, 둘째 방역 관련 업무 연계를 통한 시스템 유기성 강화, 셋째 첨단 ICT 기술 적용을 통한 방역 업무 지능화 등의 3가지가 설정되었다.

3.3 방역단계별 실천 후보 과제 도출

ICT 발전 동향 및 KAHIS 운영 현황을 바탕으로 추진 가능 과제들을 논의하였고, 농림축산검역본부 내 가축 질병 관리 전문가의 자문을 통해 KAHIS의 중장기 발전계획 및 세 가지 추진 전략 방향에 부합하는 과제 13개를 도출하였다.

3.3.1 예방 단계 과제

3.3.1.1 전국 축산농장 축종별 밀집도 및 질병 발생률 빅데이터 분석

본 과제는 축종별 밀집도를 바탕으로 축종별 지역별 질병 발생률 빅데이터 분석 알고리즘을 개발하고 질병 발생률 예측모델을 수립하는 것이다.

본 과제의 하나로 ‘사육 총량제’ 및 ‘거리 제한제’ 등의 제도적 장치 설립을 위한 의사 결정

<Table 2> Candidate Task in Each Stage

Quarantine stage	Candidates
Prevention	(1) Big data analysis in breeding density and disease incidence rate (2) Smart linkage with veterinary prescription management system
Forecast	(1) Wearable device for livestock using artificial intelligence and cloud computing (2) Analysis of Livestock Behavior Patterns Using Farm CCTV (3) Real-time barn monitoring using environmental index in air and water (4) Forecasting Disease occurrence using spatial information through drone image (5) Real time smart reporting system in Breeding status
Diagnosis	(1) Self-monitoring and surveillance system for livestock disease through animal database photoionization (2) Development of smart livestock disease diagnosis system
Control	(1) Detection of epidemiological vehicle carrying AI pathogen by visiting data in the site of wild bird (2) Development of smart livestock vehicle management system (3) Development of smart epidemiological survey system through geographic information system
Oversight	(1) Development of smart burial site management system

과정에 활용할 수 있는 시각화 기법 연구가 포함된다.

이를 바탕으로 가축사육의 대형화 및 밀집화 추세에서 전국의 농장을 대상으로 방역 관점에서 사육환경에 대한 조사를 바탕으로 질병 발생 가능성을 조기 파악하여 전염성 질병 발생 이전에 효율적 예방조치를 하는 데 활용할 수 있다.

3.3.1.2 수의사 처방관리 시스템 스마트 연계 방안

중앙조직인 동물 방역과 별도로 지방자치단체조직의 시·도 축산 관련 부서에서 자체 가축 전염병 방역계획을 수립하고, 가축위생시험소는 가축 전염병의 검진과 병성감정 업무를 담당하고 있는데, 본 과제는 이원화된 정부-지방 의사 결정 체계를 보완하기 위하여 중앙 방역시스템인 KAHIS와 지방행정 조직에 의해 사용되는 수의 처방관리 시스템 내 동물 방역에 필요한 데이터를 연계하는 것이다.

전염성 동물 질병의 사전예방형 위험관리 의사 결정 및 집행을 위해 동물 질병의 예방과 관리에 대한 다양한 지식이 활용되고, 검증과정에 활용하여 효과적이고 과학적인 처방관리를 기대할 수 있다.

3.3.2 예찰 단계 과제

3.3.2.1 인공지능과 클라우드를 활용한 가축용 웨어러블 장치

본 과제는 전염성 질병의 징후를 파악할 수 있는 웨어러블 장치 형태에 대한 비교 분석을 통하여 가축 질병 모니터링 및 질병 분석 플랫폼을 개발하고 수집된 축우별 생체 정보와 이

상 징후 포착 시 KAHIS와 연동하여 정보를 전송하는 프로토콜을 개발하는 것이다.

본 과제는 한우와 젓소 사육 농가에 생체 정보 수집용 웨어러블 장치를 시범 장착하여 수집 장치별 질병 모니터링 효과성 비교 및 검증을 포함한다.

이를 통하여 빠른 질병 징후 포착과 더불어 농장주 신고에 의한 현재 가축 질병 보고체계의 효율성을 증진할 수 있다.

3.3.2.2 농장 CCTV 및 카메라를 활용한 가축 행동 패턴 분석

본 과제에서는 전국 축사에 가축 상태를 관찰하기 위한 시스템으로 CCTV 장치를 활용하여 활동 영상 지속적으로 확보하며, 수집된 축우별 행동 정보와 KAHIS에 연동하여 축우의 이상 행동 데이터 발생 시 해당 축사의 정보를 통합시스템으로 자동 전송하여 질병 발생 근원지를 사전 파악하고 차단한다.

또한 가축체온 데이터 분석 알고리즘 및 통합 관리 시스템 구축 사업을 포함하는데 축사에서 수집된 가축체온 정보를 기반으로 데이터 서버에 저장된 체온 데이터와 비교하여 기준값 미달/초과 시에 사용자에게 보고하며 축사 내 자동화 컨트롤 박스(환기창, 환기팬, 냉난방기, 급수/급이 시설 등)와 연계하여 지능형 축사 원격 관리 시스템으로의 확장한다.

본 과제를 통하여 가축 질병을 조기에 파악할 수 있고 전염이 확산되기 전에 조치를 취할 수 있다.

3.3.2.3 축사 내 공기질, 오폐수 등 환경지수 실시간 축사 모니터링

본 과제는 IoT를 활용하여 축사 센서 정보

기반으로 한 축사환경 자동 관리 장치를 통한 축산 환경 모니터링을 지원하고 스마트폰, 태블릿 등 농장주 편의를 고려한 원격 장비 제어 관리 시스템을 구축하는 것이다. 또한 전국 축사에 축사 내 환경 정보 탐지를 위한 감지기 도입 및 축사 내 환경 통합 관리 소프트웨어를 개발하는 것을 포함한다.

실시간 축사 모니터링 기술을 바탕으로 원격으로 축산 환경 장비를 제어할 수 있는 관리 시스템으로의 발전을 도모할 수 있다.

3.3.2.4 드론 촬영 영상 등 공간정보를 활용한 질병 발생 대응

본 과제는 항공 촬영 드론 도입을 통한 가축 방역맵을 구축하기 위해 항공 촬영 드론 도입을 통한 전국 축산농장 항공 촬영 및 3차원 증강 현실 영상을 개발하는 것이다.

이를 바탕으로 항공 촬영용 드론의 카메라를 통해 질병 지역과 관찰 대상의 영상 촬영 및 전송 프로토콜을 개발하며 더 나아가 철새 분변, 사체 수거 및 드론을 통한 소독 시스템 구축할 수 있다.

3.3.2.5 가축사육 현황 실시간 스마트 리포팅 시스템

본 과제는 등록 번호, 축종, 성별 등 가축 정보관리용 데이터베이스를 구축하고 생체 삽입형 태그와 연동하여 스마트폰 등의 모바일 디바이스를 통해 가축 등록 및 조회가 가능하도록 시스템을 구축하는 것이다.

본 과제를 통해 등록된 가축 정보 KAHIS에 연동하여 축산농가 경영자가 가축 등록과 질병 상황 발생 시 KAHIS로 자동 전송하여 가축사육 현황을 실시간으로 파악할 수 있다.

3.3.3 진단 단계 과제

3.3.3.1 가축 질병 사진 DB화를 통한 가축 질병 사전 자율점검 및 감시체계 구축

본 과제는 표면적 증상을 통한 농가 차원의 질병 조기 감지를 위한 가축 질병 분류 및 사례 수집을 통한 사진 DB화하고, 가축 질병 의심 사진의 축적을 바탕으로 원격 진단 정확성 향상을 통해 감시체계를 구축하는 것이다.

이를 통해 농가에서 전송하는 질병 의심 사진을 바탕으로 전염병 초동 대응 시스템을 구축할 수 있다.

3.3.3.2 가축 질병 진단체계 스마트화

본 과제는 축사에 있는 가축의 질병을 현장에서 바로 진단할 수 있는 진단 키트를 개발하는 것이다.

현재 지방 가축방역 기관은 항원을 검사할 수 있는 능력이 부족하여 농립수산검역검사본부에서 검사결과를 기다려야 하는 점이 초동 대처가 늦어진 주된 이유 중 하나로 제기되고 있다. 이러한 문제점을 농장 단위에서 수행할 수 있는 진단 키트 개발을 통해 진단 프로세스를 간략화하여 더욱 빠른 방역 업무를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

3.3.4 통제 단계 과제

3.3.4.1 야생조류의 양성분변 채취지역을 운행한 역학차량 추출

본 과제는 철새 등의 야생조류 이동지역 데이터베이스를 구축하고 질병이 발생할 때 사체 및 분변 채취지역을 방역대로 설정하여 차량의

GPS 단말기 정보와 결합함으로써 역학차량을 바로 추출하는 것이다.

차량의 GPS 단말기 정보를 이용하여 양성 분변 채취지역을 운행한 역학차량의 동선을 파악하고, 파악된 역학차량과 야생조류 이동지역의 상관관계를 분석하여 빅데이터를 이용한 양성 분변 채취 차량을 예측하는 것이다.

이를 통해 조류인플루엔자에 감염된 야생조류로 인한 바이러스의 확산을 조기에 차단할 수 있을 것이다.

3.3.4.2 축산차량 관리 시스템 스마트화

본 과제는 기존에 도입된 축산차량등록제의 문제점을 보완하기 위하여 IoT를 통해 구축된 가상의 울타리인 지오 펜스 구역을 설정하여 축산차량과 사람의 출입을 확인하는 것이다.

기존 GPS가 축산 차량 이용자들에게 반감을 샀던 프라이버시 침해 이슈 해소에 대한 대안이 될 수 있으며, 차량뿐만 아니라 사람에 의한 질병 인자 전염에 대해서도 통제 및 관리를 할 수 있을 것이다.

3.3.4.3 GIS를 통한 역학 조사 시스템 스마트화

본 과제는 GIS 시스템을 통한 질병 발생지역에 대한 정보를 파악하고 데이터베이스화 하는 것이다.

본 과제에서는 체계화된 정보를 활용하여 질병 발생지역의 지형을 설계하고 농가의 위치, 도로망, 관련 시설, 조류 서식지 등을 적용하여 확산을 예측하기 위한 모델을 개발하여 최종 역학 조사 시스템을 구축한다.

현재 KHAIS 시스템의 GIS 기능이 단순히 이동 동선 조회를 하는 단계에 머물러 있는 한

계를 4차산업 기술을 활용하여 적극적인 역학 조사 시스템으로 발전시킬 수 있다.

3.3.5 사후 관리 단계 과제

3.3.5.1 매몰지 관리 스마트화

본 과제는 인공위성, 레이더 등의 관측정보를 바탕으로 관련 정부부처, 사용자 등별로 차별화된 매몰지 정보를 제공하는 것이다.

본 과제에서는 GIS 등 첨단 IT 기술을 동원하여 현재 국토부, 농림부, 환경부, 행안부, 산림청 등 여러 부처에 분산되어 있는 지질도, 수문지질도, 토양도, 행정주제도, 산림입지도 및 수질 정보 등을 통합·연계한 종합정보지도를 만들어 매몰지 정보를 종합적이고도 입체적으로 관리한다. 특히, 매몰지 주변의 지하수 분포·방향, 하천과의 거리, 마을과의 근접 정도, 지하수 관정 위치 등을 한눈에 볼 수 있어 통합적으로 관리할 수 있다.

4. 스마트 가축방역 추진 전략 및 정책 우선순위

본 연구의 제3장에서는 산업의 현황 조사와 4차 산업혁명을 구성하는 기술 조사를 바탕으로 스마트 가축 방역시스템을 구축하기 위한 후보 과제를 도출하였다.

도출된 후보 과제는 가축 방역 개선에 있어 개선 시급성, 중요성 등에 따라 추진 필요성 정도가 달라질 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 가축 방역 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 후보 과제들의 우선순위를 도출하였다.

- 이메일(인터넷)을 활용한 웹 설문조사
- 조사 표본: 가축 방역 관련 전문가 21명 (응답자는 총 21명으로, 정부와 산하기관 (농림축산식품부, 농림축산검역본부 등의 정부기관) 15명과 시스템 구축(축산업 관련 정보시스템 구축 및 IT 관련 분야) 6명으로 구성됨)
- 항목별로 중복 없이 순위를 측정, 비모수 통계기법을 통한 차이 검증 및 사후 분석

비모수 통계기법을 활용한 순위 검정은 응답자에게 보다 적은 노력을 요구하면서 우선순위를 비교할 수 있는 장점이 있다. 서열척도로 측정된 응답 결과는 셋 이상의 항목 간의 서열 차이 유무를 검정할 수 있는 Friedman 검증을 통하여 방역 단계 및 후보 과제 간 차이의 유의성을 분석하였으며, 쌍대 비교 방법론인 Wilcoxon 검증을 통하여 방역 단계의 중요성 및 후보 과제의 상대적 우선순위의 차이를 살펴보았다.

4.1 가축 방역 단계의 중요도 순위

각 방역 단계의 중요도 순위는 예찰(1.90), 예방(2.10), 통제(3.05), 진단(3.33), 사후 관리(4.62) 순으로 나타났으며, Friedman 검정을 수행한 결과 소수점 넷째 자리 반올림한 유의확률(p -값)이 0.000으로, 유의수준 0.05에서 평균 순위 간에 유의미한 차이가 있음을 <Table 3>에서 확인할 수 있다.

사후 분석 결과, 예찰 단계는 예방 단계를 제외

한 통제, 진단, 사후 관리와 평균 순위에서 유의미한 차이가 있는 것으로 확인되었고, 예방 단계는 진단과 사후 관리 단계와 평균 순위에서 유의미한 차이가 있는 것으로 확인되었다. 한편 통제 단계는 사후 관리, 진단 단계는 사후 관리와 유의미한 차이가 있는 것으로 각각 확인되었다.

<Table 4> Pair Comparison of Livestock Quarantine Stage

Comparison pairs		Z ^a	p-value
Forecast	- Prevention	.394	.694
	Control	2.572	.010
	Diagnosis	3.384	.001
	Oversight	4.004	.000
Prevention	- Control	1.720	.085
	Diagnosis	2.585	.010
	Oversight	3.853	.000
Control	- Diagnosis	.855	.392
	Oversight	3.234	.001
Diagnosis	- Oversight	3.425	.001

Note) a: Standardized test statistic of Wilcoxon's test.

이는 전문가들이 가축 방역 단계에 있어 예찰, 예방과 같이 전염성 질병 확산 사전 차단을 다른 단계보다 중요한 단계로 인식하고 있다는 것을 의미한다.

결론적으로 가축 방역 단계의 중요도 순위는 3개 그룹으로 구분되고, 예찰과 예방 단계의 중요도 순위가 가장 높고, 통제와 진단 단계는 2번째 중요도 순위 그룹이며, 사후 관리 단계는 가장 낮은 순위로 분석되었다.

<Table 3> Importance Ranking of Livestock Quarantine Stage

	Forecast	Prevention	Control	Diagnosis	Oversight
Average Ranking	1.90	2.10	3.05	3.33	4.62

4.2 과제의 상대적 우선순위

4.2.1 예방 단계 후보 과제

‘전국 축산농장 축종별 밀집도 및 질병 발생률 빅데이터 분석(과제 1, 평균 순위 1.19)’과 ‘수의사 처방관리 시스템 스마트 연계 방안(과제 2, 평균 순위 1.81)’의 Wilcoxon 통계 분석을 수행한 결과, 유의수준 0.05에서 유의확률(p-값)이 0.005로 유의미한 차이가 있다.

〈Table 5〉 Priority Ranking of Candidates in Prevention Stage

Candidates	Average Ranking
1) Big data analysis in breeding density and disease incidence rate	1.19
2) Smart linkage with veterinary prescription management system	1.81

예방 단계에서는 ‘전국 축산농장 축종별 밀집도 및 질병 발생률 빅데이터 분석’이 ‘수의사 처방관리 시스템 스마트 연계 방안’에 우선시되어야 하는 것을 의미한다.

이는 유관 정보시스템 연계를 통한 의사 결정 효율성의 증진보다 정책 결정 및 축산농가 관리의 근거자료로 활용할 수 있는 질병 발생률 분석을 예방 방역에 있어 더 우선적으로 시행되어야 하는 것으로 전문가들이 인식하는 것으로 판단된다.

4.2.2 예찰 단계 후보 과제

예찰 단계에서 평균 순위를 기준으로 각 후보 과제의 순서는 ‘축사 내 공기질, 오·폐수 등 환경지수 실시간 축사 모니터링’(과제 3, 평균 순위

2.55), ‘가축사육 현황 실시간 스마트 리포팅 시스템’(과제 5, 평균 순위 2.81), ‘인공지능과 클라우드를 활용한 가축용 웨어러블 장치’(과제 1, 평균 순위 2.93), ‘농장 CCTV 및 카메라를 활용한 가축 행동 패턴 분석’(과제 2, 평균 순위 3.07), ‘드론 촬영 영상 등 공간정보를 활용한 질병 발생 대응’(과제 4, 평균 순위 3.64)로 조사되었다.

〈Table 6〉 Priority Ranking of Candidates in Forecast Stage

Candidates	Average Ranking
1) Wearable device for livestock	2.93
2) Analysis of Livestock Behavior Patterns	3.07
3) Real-time barn monitoring with Environmental index	2.55
4) Forecasting Disease occurrence using spatial information	3.64
5) Real time smart reporting system	2.81

그러나 예찰 후보 과제에서 Friedman 검정을 수행한 결과 유의확률 0.235로 후보 과제 간에 유의미한 우선순위가 도출되지 않았다. 따라서 예찰 단계에 대해서는 예산 및 정책 방향성의 우선순위에 따라 후보과제 추진을 고려할 수 있다.

4.2.3 진단 단계 후보 과제

‘가축 질병 사진 DB화를 통한 가축 질병 사전 자율점검 및 감시체계 구축(과제 1, 평균 순위 1.76)’이 ‘가축 질병 진단체계 스마트화(과제 2, 평균 순위 1.24)’ Wilcoxon 통계 분석을 수행한 결과, 유의수준 0.05에서 유의확률(p-값)이 0.016으로 유의미한 차이가 있음을 확인하였다.

<Table 7> Priority Ranking of Candidates in Diagnosis Stage

Candidates	Average Ranking
1) Self-monitoring and surveillance system for livestock disease through animal database photoization	1.76
2) Development of smart livestock disease diagnosis system	1.24

진단 후보 과제에서는 ‘가축 질병 진단체계 스마트화’가 ‘가축 질병 사진 DB화를 통한 가축 질병 사진 자율점검 및 감시체계 구축’과 비교하여 우선시 되어야 하는 것을 의미한다.

진단 장비 선진화를 통한 질병 검진의 정확도 향상 및 효율성 증진은 검역 단계 소요 시간을 직접적으로 단축할 수 있는 후보 과제로, 전문가들은 검역 프로세스에의 소요 시간 단축하고자하는 ‘가축 질병 진단체계 스마트화’를 우선순위 과제로 인식한 것으로 판단된다.

4.2.4 통제 단계 후보 과제

통제 단계에서 평균 순위를 기준으로 ‘축산 차량 관리 시스템 스마트화’(과제 2, 평균 순위 1.80)이 가장 높고, ‘야생조류의 양성분변 채취 지역을 운행한 역학차량 추출’(과제 1, 평균 순위 2.10)과 ‘GIS를 통한 역학 조사 시스템 스마트화’(과제 3, 평균 순위 2.10)는 상대적으로 낮게 조사되었다.

그러나 통제 후보 과제에서 Friedman 검정을 수행한 결과 유의확률 0.549로 유의수준 0.05에서 후보 과제 간에 유의미한 우선순위를 확인할 수 없었다.

<Table 8> Priority Ranking of candidates in Control Stage

Candidates	Average Ranking
1) Detection of epidemiological vehicle carrying AI pathogen	2.10
2) Development of smart livestock vehicle management system	1.80
3) Development of smart epidemiological survey system through geographic information system	2.10

통제 단계는 역학 조사를 통한 신속한 통제 범위 설정 및 질병 확산 방지를 위한 효과적인 이동 통제를 수행하는 방역 단계로, 같은 수행 목적을 지닌 후보 과제 간 우선순위가 도출되지 않았다. 따라서 예산 및 정책 방향 우선순위에 따라 후보과제 추진을 고려할 수 있을 것이다.

4.3 조사 결과 분석

방역 단계의 중요도 순위 결과뿐 아니라, 우선 과제로 도출된 후보 과제들에서 전문가들은 가축 질병 상황에 대해 선제적으로 대응이 필요하다는 점을 확인할 수 있었다.

후보 과제의 우선순위가 도출되지 않은 예찰과 통제 단계의 경우, 각 방역 단계의 중요성은 1순위와 3순위로 중요하게 나타났으나, 설문 응답 표본 수의 한계 및 방역 단계 내 후보 과제 간 유사성으로 인하여 우선순위에 유의미한 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

예찰 후보 과제의 경우, 구현 방법은 다소 상이하나 축사 또는 가축의 실시간 모니터링을 시행하여 이상 징후를 자동으로 보고하는 시스템

구축이 목표인 측면에서 유사하다. 따라서 가축의 건강 정보와 축사환경 정보를 연계한 종합적인 가축 예찰 시스템을 구축할 필요가 있다고 할 수 있다.

통제 후보 과제의 경우, 지리정보 및 차량 정보를 이용하는 점은 유사하나, 기술의 활용 목적에 따라 분리되었다. 즉 질병인자의 확산 방지 및 확산 경로를 추적하는 두 목적이 뚜렷하게 분리하지 않음을 확인할 수 있다.

사후 관리는 모든 방역 단계와 비교하였을 때 통계적으로 유의미한 최후 순위 방역 단계로서, 질병 확산 및 방지와 직접적인 연관성이 부족하기 때문으로 볼 수 있다.

이는 수자원공사 등 여러 정부 부처가 관여되어 있어 매몰지 관리 주체가 불명확하다는 것이 주된 이유 중 하나로, 지하수 관리 시스템 등 데이터 연계를 위한 시스템 통합 또한 반드시 고려되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구는 4차 산업혁명 기술을 바탕으로 현 KAHIS를 개선할 수 있는 후보 과제를 제안하고, 전문가 평가를 통해 우선순위를 도출하였다.

4차 산업혁명 기술을 통하여 우선적으로 개선되어야 할 방역 단계에 대한 설문 평가 결과 예찰과 예방과 같은 전염성 질병 확산 사전 차단 을 최우선으로 고려하는 것을 확인할 수 있었다.

전문가 평가를 통해 최우선으로 개선되어야 할 단계로 지목된 예찰 단계에서는 우선적으로 수행되어야 할 추진 과제가 도출되지 않아, 예 산 및 정책 방향에 따라 우선 과제를 선정하여 추진하여야 할 것이다.

예방 단계에서는 ‘전국 축산농장 축종별 밀집도 및 질병 발생률 빅데이터 분석’을 우선적으로 수행하여, 4차 산업혁명 기술을 통해 현 방역 조직의 축산 농가 관리 및 방역 관련 의사 결정을 지원할 수 있어야 할 것이다.

통제 단계에서는 우선적으로 수행되어야 할 추진 과제가 도출되지 않았으나, ‘축산 농가 출입 관리 시스템 도입’과제를 포함하여 제시된 3가지 과제 중 도입 실효성 및 정책 방향에 따라 과제를 선정하여 우선적으로 수행하여야 할 것이다.

가축방역 단계 중에서 사후 관리의 중요도가 전문가들 사이에서 가장 낮게 나타났으나, 가축 방역에 대한 감사원 감사 결과, 사후 관리 부분이 관리 미흡, 보완되어야 하는 방역 단계로 도출된 바 있어 이에 대한 과제 추진도 소홀히해서는 안 될 것이다.

본 연구는 스마트 가축방역 시스템 도입을 통해 현 KAHIS의 선진화 방안을 마련하는 데 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] Animal Disease Notification System, 2018, https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/not-system_en.
- [2] Animal Health Australia, 2017, NAHIS Program, <https://www.animalhealthaustralia.com.au/what-we-do/disease-surveillance/national-animal-health-information-system-nahis/>.
- [3] Corradini, A., Trevisani, M., Dosa, G., and Padovani, A., “Information management

- and ante-mortem inspection procedures for the emerging diseases control: Experiences acquired in the epidemiological surveillance of bluetongue and lumpy skin disease,” *Italian Journal of Food Safety*, Vol. 7, No. 1, 2018.
- [4] Institute for Information and Communications Technology Promotion, 4th Industrial Revolution and SW R&D Policy, 2017.
- [5] Korean Academy of Science and Technology, Will the government neglect repeated foot-and-mouth disease and highly pathogenic avian influenza?, 2017.
- [6] Korea Animal Health Integrated System, Livestock epidemic occurrence information, 2017.
- [7] Korea Trade Investment Promotion Agency, A Study on the Establishment of the Investment Promotion Strategy in Response to the Fourth Industrial Revolution, 2017.
- [8] Lee, Y. H., An advanced case analysis of digital animal husbandry system for realizing smart society, 2011.
- [9] Min, K. S., Internet of Things, 2013.
- [10] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Comprehensive measures to control infectious diseases of livestock, 2013.
- [11] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Development of a U-IT based monitoring system for the feeding and environmental management of livestock animal production, 2014.
- [12] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Study on Smart Farm Operation Status and Development Direction, 2016.
- [13] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Livestock Disease Management Practice Course: KAHIS in 2017, 2017.
- [14] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, The Fourth Industrial Revolution and Measures against Livestock Diseases, 2017.
- [15] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Smart Livestock disease control in the Age of the Fourth Industrial Revolution, 2018.
- [16] National Animal Health Monitoring System, 2018, <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/monitoring-and-surveillance/nahms/about>.
- [17] National Animal Health Reporting System, 2018, https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/monitoring-and-surveillance/SA_Disease_Reporting.
- [18] National Livestock Identification System, 2018, <https://www.nlis.com.au/>.
- [19] Nongsaro, Using ICT equipment for bio-Information collection and medical examination of livestock, 2018, http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.pjs;jsessionid=PoAKQxJKJ6ADa2B6j7nyGH3Ut1IMDFLbDrIhae9yDpxgaWFK0yLT5Me1WYqSVcda.nongsaro-web_ser_vlet_engine1?menuId=PS00067&kidofcomdtyNo=20972.
- [20] Paek, M. H., “A Study on RFID Code System for Traceability of Agro-live-

- stock Products,” *The Journal of Society for e-Business Studies* Vol. 12, No. 2, pp. 95-110, 2007.
- [21] Park, J. K., “Review of Domestic Research on Smart Manufacturing Technologies,” *The Journal of Society for e-Business Studies* Vol. 23, No. 2, pp. 123-133, 2018.
- [22] Schwab, K., *The fourth industrial revolution*, Crown Business, 2017.
- [23] Science and Technology Policy Institute, “R&D for Livestock Disease Countermeasures to Strengthen Korea’s Social Infrastructure,” *Science and Technology Policy*, Vol. 21, No. 1, 2011.
- [24] Seo, J. Y., *Scientific and technological countermeasures against infectious animal diseases*, 2011.
- [25] Sheffield, K., Hunnam, J., Cuzner, T., Morse-McNabb, E., Sloan, S., Nunan, J., Smith, J., Harvey, W., and Lewis, H., “Automated identification of intensive animal production locations from aerial photography,” *Australian Veterinary Journal*, Vol. 96, pp. 323-331, 2018.
- [26] The Board of Audit and Inspection of Korea, *Livestock epidemic prevention and prevention management status*, 2017.
- [27] You, B. K., *A Study on the Smart Farming Diffusion Policies in Gyeongbuk Province*, 2016.

저 자 소개



이정영
2008년
2018년
2004년~현재
관심분야

(E-mail: james@mainit.net)
승실대학교 정보과학대학원 정보통신공학과 (석사)
연세대학교 일반대학원 융합기술경영공학과 박사과정
주식회사 메인아이티 대표이사
정보시스템아키텍처분석/설계, IT컨설팅, 스마트 IoT



고상민
2005년
2010년
2017년
2017년~현재
관심분야

(E-mail: sangminko@yonsei.ac.kr)
승실대학교 산업정보시스템공학과 (학사)
연세대학교 정보산업공학과 (석사)
연세대학교 정보산업공학과 (박사)
연세대학교 산업공학과 박사후연구원
인간공학, HCI, 자율주행, Haptic Interface, IoT



김민중
2014년
2014년~현재
관심분야

(E-mail: mjkim67@yonsei.ac.kr)
연세대학교 정보산업공학과 (학사)
연세대학교 정보산업공학과 석박사 통합과정
인간공학, HCI, UX



지용구
1994년
1996년
2001년
2005년~현재
관심분야

(E-mail: yongguji@yonsei.ac.kr)
서울대학교 산업공학과 (학사)
서울대학교 산업공학과 (석사)
Purdue University 산업공학과 (HCI/인간공학 박사)
연세대학교 산업공학과 교수
인간공학, HCI, UX, 스마트 IoT



김훈태
1988년
1990년
1997년
1997년~현재
관심분야

(E-mail: hoontae@daejin.ac.kr)
서울대학교 산업공학과 (학사)
서울대학교 산업공학과 (석사)
서울대학교 산업공학과 (박사)
대진대학교 산업공학과 교수
프로세스 분석 및 통합, 시스템 운영관리