

# 토픽모델링과 언어네트워크분석을 활용한 스마트팜 연구 동향 분석

오주연<sup>1</sup>, 이준명<sup>2</sup>, 홍의기<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>인하대학교 융합보안e거버넌스센터 수석연구원, <sup>2</sup>인하대학교 일반대학원 통계학과 석사과정,  
<sup>3</sup>(주)디케이에코팜 대표이사, 한양대학교 대학원 경영학과 박사과정

## A Study on Research Trends in the Smart Farm Field using Topic Modeling and Semantic Network Analysis

Juyeon Oh<sup>1</sup>, Joonmyeong Lee<sup>2</sup>, Euiki Hong<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Principal Research Engineer, Center for Security Convergence & eGovernance, Inha University

<sup>2</sup>Student, Graduate School of Statistics, Inha University, <sup>3</sup>CEO, DK Ecofarm Inc.

요 약 본 연구의 목적은 토픽모델링과 언어네트워크분석을 활용하여 한국의 스마트팜 분야 연구 동향과 지식구조를 파악하는 것이다. 연구목적을 달성하기 위하여 KCI(Korea Citation Index)의 스마트팜 관련 국내 학술지 104편을 대상으로 핵심어와 핵심어들의 연결 관계를 분석하고, LDA 토픽모델링 기법을 이용하여 연구주제와 관련된 토픽들을 분석하였다. 언어네트워크분석 결과, 국내 스마트팜 관련 연구 분야의 주요핵심어는 '환경', '시스템', '사용', '기술', '재배' 등이 나타났으며, 연결중심성, 매개중심성, 위세중심성 결과도 제시하였다. 토픽모델링분석결과, Topic 1은 '스마트팜 도입 분석', Topic 2는 '친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성', Topic 3은 '스마트팜 플랫폼 설계', Topic 4는 '스마트팜 생산 최적화', Topic 5는 '스마트팜 생태계', Topic 6은 '스마트팜 시스템 구현', Topic 7은 '스마트팜 관련 정부 정책'으로 나타났다. 본 연구는 국내 스마트팜 관련 연구 동향을 살펴봄으로써, 향후 국내의 스마트팜을 발전시키는 데 필요한 정책개발과 연구 방향성을 설정하는데 기초자료가 될 것으로 기대한다.

주제어 : 스마트팜, 핵심어, 언어네트워크분석, 토픽모델링, 중심성, 연구동향

Abstract The study is to investigate research trends and knowledge structures in the Smart Farm field. To achieve the research purpose, keywords and the relationship among keywords were analyzed targeting 104 Korean academic journals related to the Smart Farm in KCI(Korea Citation Index), and topics were analyzed using the LDA Topic Modeling technique. As a result of the analysis, the main keywords in the Korean Smart Farm-related research field were 'environment', 'system', 'use', 'technology', 'cultivation', etc. The results of Degree, Betweenness, and Eigenvector Centrality were presented. There were 7 topics, such as 'Introduction analysis of Smart Farm', 'Eco-friendly Smart Farm and economic efficiency of Smart Farm', 'Smart Farm platform design', 'Smart Farm production optimization', 'Smart Farm ecosystem', 'Smart Farm system implementation', and 'Government policy for Smart Farm' in the results of Topic Modeling. This study will be expected to serve as basic data for policy development necessary to advance Korean Smart Farm research in the future by examining research trends related to Korean Smart Farm.

Key Words : Smart Farm, Keywords, Semantic network analysis, Topic modeling, Centrality, Research trends

\*이 논문은 「과학기술정보통신부 방송통신발전기금」을 지원을 받아 수행된 연구임.

\*Corresponding Author : Euiki Hong(ekhong0@naver.com)

Received January 2, 2022

Accepted February 20, 2022

Revised January 25, 2022

Published February 28, 2022

## 1. 서론

최근 기후변화와 코로나19 등의 재난으로 세계 식량 공급이 어려워져 식량 가격이 지속해서 폭등할 것으로 예상된다[1]. 유엔 세계식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)에 따르면, 지난 2021년 7월 기준으로 전 세계 식량 가격이 전년도 7월보다 31% 상승하였다[1]. 또한 OECD와 통계청이 2021년 2분기에 발표한 국내 식품물가상승률은 지난 1년간 7.3%로, OECD 국가 26개국 중 3위를 기록하였다(OECD 평균 물가상승률 1.6%)[2]. 2020년부터 발생한 코로나19로 인해 전 세계에서 영양 실조를 겪는 사람들의 비율이 8.4%에서 9.9%로 1.5%(1억 1천만 명 이상) 증가하였으며, 식량의 해외의존도가 높고 GDP가 낮은 나라일수록 피해가 더 큰 것으로 나타났다[3].

식량자급률 45.8%, 곡물자급률은 21.0%로 유사시 국내 자급만으로는 해결하기 어려운 한국은[4], 식량 공급이 불안정하고 가격 또한 꾸준히 상승하고 있는 매우 위태로운 상황이며 이에 대한 대처가 필요한 실정이다[5]. 이에 정부는 공익직불제<sup>1)</sup>, 재정 및 세계지원, 유통구조 개선 등으로 위태로운 상황을 해결하려고 노력하였다[6]. 이러한 노력의 일환으로 정부는 1차 산업(농업)에 2차 산업(제조·가공업)과 3차 산업(체험·관광 등의 서비스 사업)을 접목한 개념인 6차 산업과 관련한 다양한 정책을 지원하고 있으며, 스마트팜 도입, 보급 또한 농업 분야 문제의 해결책 중 하나로 제시하고 추진해왔다. 스마트 농업 육성 정책의 한 갈래이자 농업과 첨단 ICT (Information and Communications Technology) 기술과의 융합으로 고품질, 고효율화가 가능하게 된 스마트팜은 노동인구 및 농지 감소, 기상이변 등의 문제 해결 방안으로 인식되고 있다[7]. 스마트팜은 '비닐하우스·유리온실 등에 ICT를 접목하여 원격·자동으로 작물의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장'으로 정의되며[8], 해외에서는 이미 스마트팜이 농작물의 생산량과 품질을 증가시킬 뿐만 아니라 농작물 생산으로 인한 탄소배출량 문제의 해결책으로 주목을 받고 있다. 스마트팜 기술을 활용해 대표적인 농업 수출국 중 하나로 성장한 네덜란드의 경우 스마트농업 푸드 밸리를 조성하여 기업/연구소 협동의 연구를 진행하고 있다.

1) 농업 활동을 통해 환경보전, 공동체 유지, 식품안전 등의 공익 기능을 증진하도록 농업인에게 보조금을 지원하는 제도(네이버 지식백과 재인용)

미국에서는 매년 12.4%의 성장률을 보이는 스마트농업의 가능성에 주목하고 있으며, 2023년에는 62억 달러의 시장규모로 성장할 것으로 예측된다[9]. 또한 미국의 스마트농업에 대한 투자금액은 2018년 2억 3천만 달러, 2019년 4억 달러, 2020년 9억 2,900만 달러로 폭발적인 증가세를 보였다[10]. 유럽연합에서는 연구 프로그램 'Horizon 2020'을 통해 5억 6,000만 유로의 예산을 스마트팜 관련 연구에 배정하였고, 호주에서는 40억 달러를 스마트팜을 이용한 시골 지역개발에 투자할 계획을 세웠다[11]. 스마트팜을 통한 안정적인 식품 생산의 중요성과 주목도는 점점 높아지고 있지만, 여옥현 등(2016) 등의 '온실 관련 ICT 최첨기술의 국내 적용'에 대한 논문을 제외하고는 국내에서 '스마트팜'에 대한 연구가 어떻게 진행되고 있는지에 관한 연구는 전혀 없다.

이에 따라 본 연구에서는 토픽모델링 기법과 언어네트워크분석을 통하여 국내 스마트팜 분야의 연구 동향 및 지식체계를 알아보고자 한다. 이에 본 연구에서는 다음과 같은 연구과제를 설정하였다.

- 연구과제 1 : 국내 스마트팜 연구 분야의 주요핵심어는 무엇인가?
- 연구과제 2 : 국내 스마트팜 연구 분야의 주요핵심어 사이의 연결 관계는 어떠한가?
- 연구과제 3: 국내 스마트팜 관련 연구주제를 어떻게 유형화할 수 있을까?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 스마트팜 개념과 현황

ICT 기술을 농업에 접목해 과도한 자원과 노동력이 투입되어 효율성이 떨어졌던 기존 관행농업을 개선하는 농업기술을 스마트농업(smart farming)이라고 한다[12]. 스마트농업은 크게 3세대로 구분되는데, 1세대는 농업의 편의성 증대, 2세대에서는 농업의 생산성 증대, 3세대에서는 농업의 자동화 및 로봇화를 목표로 한다[13-14]. 구체적으로, 1세대 스마트농업은 농장정보관리 시스템(Farming Information Management System, FIMS)을 이용하여 농장의 운영과 기능에 필요한 정보를 수집, 처리, 저장한 뒤 사용자에게 전달하고, 농민들이 의사결정을 내릴 때 필요한 데이터의 양을 늘리고 질을 높여주었다[15]. 2세대는 정밀농업(Precision Agriculture,

PA)으로, 데이터 수집기술을 활용하여 작물의 데이터를 축적하여, 환경적 비용과 자원 소모를 최소화할 수 있도록 생육환경을 최적화하고 농업으로 인해 배출되는 유해 가스를 감소시키는 것에 목적을 둔다. 정보전달에 필요한 무선 연결망(Wireless Sensor Network, WSN)에 소모되는 전력량을 절감하기 위한 연구 등이 2세대에서 진행되었다[16]. 3세대에서는 농업 자동화 및 로봇화(Agricultural Automation and Robotics)로, 자동으로 생육환경 제어 및 관리가 이루어지는 시스템을 구현하는 것을 목표로 하고 있다[17]. 스마트팜은 이러한 스마트농업의 한 갈래로, 실내시설에서 재배되는 작물에 최적화된 생육환경을 조성하는 것을 목표로 하고 있다. 스마트팜의 경우 노지재배보다 초기 구축비용이 더 비싸다는 단점이 존재하지만, 경지면적이 작더라도 많은 생산량을 기록할 수 있어 재배면적이 넓지 않은 국내 환경에 적합한 스마트농업 방식이라 할 수 있다[18-19]. 스마트팜은 '온실 환경 및 농축산물의 생육상태 등에 대한 데이터를 실시간으로 수집하여 이를 바탕으로 최적의 환경조건을 유지하여 농·축산물의 생산성과 품질을 향상하고자 농·축산업에 ICT 기술을 융합한 농산업'이라 정의하며[20], 기술을 비닐하우스, 축사, 과수원 등에 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적절하게 유지·관리할 수 있는 농장을 의미한다[21]. 국내 경지면적은 2018년 1,596천 ha, 2019년 1,581천 ha, 2020년 1,565천 ha로 매년 1% 정도로 지속해서 감소하는 추세를 보였다[22]. 이 중 시설재배면적은 약 5%에 해당하는 80,000ha가량이며[23], 이중 스마트팜이 차지하는 비중은 2018년 4,900ha, 2019년 5,017ha로 전체의 1% 미만에 불과하다[24]. 이는 스마트팜 재배면적이 전체 재배면적의 15%에 달하는 미국이나 네덜란드, 일본 등의 스마트팜 선도국과는 큰 차이를 보인다. 국내 스마트팜 시장규모는 지난 2017년 기준 4조 4,493억 원, 2018년 4조 7,474억 원, 2019년 5조 655억 원으로 연평균 5%가량 성장하고 있으며, 한국의 스마트팜 기술은 스마트팜 분야를 선도하고 있는 미국, 네덜란드에 적용되는 기술들과 약 5년간 차이점을 보인다[25].

미국은 2018년 기준 농산물 판매액이 3,729억 달러를 기록한 전 세계 1위의 식품 수출국이다. 미국은 1980년대 후반부터 현재까지 농산물 생산에 지구통계학과 GIS 기술을 활용했으며, 향후 생산과정에는 지능형 농기계, 로봇, 드론을, 농장관리 및 의사결정에는 AI기반 빅데이터 분석을 더 중점적으로 활용할 것으로 예상된다. 미국의 경우 실내시설재배 위주의 스마트팜에 집중하는

한국과 달리 노지에 스마트팜 기술을 접목하여 지능형 농기계, 로봇, 드론 등을 농업에 활용하는 스마트농업의 방식이 주를 이루고 있다[26]. 동시에 실내시설재배 방식에도 꾸준한 연구가 진행되고 있는데, 에어로팜스(AeroFarms), 플랜티(Plenty)와 같은 기업에서는 수직재배 기술을 개발하여 생산성 향상과 기존 농업 대비 적은 양의 물을 활용하는 친환경적 농법을 개발하였다[26]. 미국은 스마트농업에 관한 관심과 투자액도 매년 15~25% 이상 증가하고 있다. 네덜란드의 경우 지난 2020년 전 세계 식품 수출액은 약 1,160억 달러로 전 세계 기준 2위(화훼 116억 달러, 육류 106억 달러 등)를 기록하였다[27]. 또한 정부, 기업, 대학 협력을 통해 구축한 농식품 클러스터 '바헤닝언(Wageningen) 푸드밸리'에는 1,500개 이상의 농·식품/과학 기업과 연구소가 모여 있어, 인구 약 3만 명의 소도시 바헤닝언에서 연간 66조 원의 매출을 올리며 네덜란드 GDP의 10%를 생산해내고 있다[28].

## 2.2 언어네트워크분석

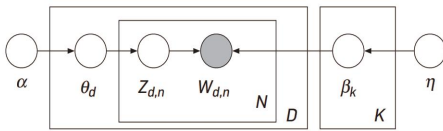
언어네트워크분석(Semantic Network Analysis)은 구성 요소 간의 관계를 파악하여 시스템의 구조를 파악하는 네트워크 분석을 언어 메시지에 적용한 방법으로, 언어로 된 텍스트에서 의미를 가질 수 있는 단어들을 추출하여, 단어와 단어 사이의 연결 관계를 파악하여 네트워크를 생성하여, 언어 메시지의 다양한 특성을 분석하는 것을 의미한다[29]. 국내에서는 언어네트워크분석을 활용하여 Jang과 Choi가 통계법 내용분석을 진행하거나[30], Kwon과 Chun이 스마트교육에 대한 분석을 진행하였고[31], 이외에도 다양한 분야에서 언어네트워크분석을 활용하여 각 연구 분야의 핵심어 간 네트워크 구조를 파악하는 연구가 진행되어왔다[32-34].

언어네트워크분석을 활용하여 각 분야의 연구 동향 및 지식체계를 파악하기 위해서는 중심성(Centrality)을 살펴볼 필요가 있다[35]. 네트워크 분석을 통해 노드(node)와 타 노드와의 연결 정도를 나타내는 중심성을 파악할 수 있으며[29], 본 연구에서 활용하는 중심성 분석이란 노드(본 연구에서는 핵심어)와 링크(link)를 통해 설명하는 분석 방법으로, 연결중심성(Degree Centrality), 매개중심성(Betweenness Centrality), 위세중심성(Eigenvector Centrality) 등이 있다. 연결중심성은 특정 핵심어가 주변에 있는 다른 핵심어들과 얼마나 많이 연결되어 있는지를 나타내는 지표이며, 해당 핵심어가 다른 핵심어와 함께 사용되는 경우가 많은 경우 연결중

심성이 높게 나타난다[36]. 매개중심성이란 특정 핵심어가 다른 핵심어 간의 매개적 역할을 하는 정도를 나타내는 지표이며, 높은 매개중심성은 의미 생성과정에서 특정 핵심어가 핵심어와 핵심어 사이에 연결하는 역할을 하는 것을 의미한다[36]. 위세중심성은 특정 핵심어와 연결된 핵심어들의 중심성을 고려하여 가중치를 부여한 뒤 중심성을 파악하는 방법으로 해당 핵심어뿐만 아니라 핵심어와 연결된 핵심어들의 위치까지 고려하여 중요한 위치에 존재하는지를 파악하는 지표이다[29].

### 2.3 토픽모델링

최근 자주 사용되는 토픽모델링 기법은 LDA(Latent Dirichlet Allocation)로, 문헌에서 추출한 모든 단어 간의 연관성을 활용하여 연관성이 높은 단어의 모음이 포함하고 있다고 생각되는 토픽을 도출하여 나타내는 방법이다[37].



source : D. blei(2012)[37]

Fig. 1. The Algorithm of LDA Topic Modeling

Fig. 1은 LDA 토픽모델링 알고리즘을 설명하고 있다[37]. 그림에서 K는 토픽의 개수, D는 문서,  $\theta$ 는 문서의 주제비율,  $\alpha$ 는  $\theta$ 값을 결정하는 하이퍼 파라미터,  $\beta$ 는 단어의 주제 비율,  $\eta$ 는  $\beta$ 값을 결정하는 하이퍼 파라미터를 의미한다.  $\alpha$ 와  $\eta$ 값에 따라  $\theta$ 와  $\beta$ 값이 결정되어 Dirichlet 분포의 형태가 정해지고,  $\theta$ 값을 따라 문서 내부에 존재하는 단어들의 집단인 주제 Z가 결정이 된다. 최종적으로는 Z값과  $\beta$ 값을 통해 토픽의 하위단어집단 W가 정해지게 된다[38].

토픽모델링기법은 국내에서 대통령 관련 신문사설 이슈에 대한 언론사별 강조 성향의 차이를 파악하는 연구[39], 독후감과 토픽이 나타내는 주제적 특성을 파악하는 연구[40], 일반인을 위한 키워드 활용 관례 검색 방법 연구[41], 분야별 연구주제 동향 분석[42-43] 등 다양한 분야의 연구에 활용되고 있다.

## 3. 연구방법

### 3.1 연구 절차

본 연구의 목적은 국내 스마트팜 분야의 연구 동향을 살펴보고, 지식공유 관계를 파악하기 위한 것이다. 스마트팜 분야의 국내 논문들을 수집하기 위하여 Netminer 4.4의 Biblio extension search 프로그램을 활용하여 2000년 1월부터 2021년 12월까지 한국연구재단의 KCI 내 “스마트팜”을 관련 키워드에 포함하고 있는 논문들을 검색하여, 제목, 초록, 발행 연도 등의 데이터를 수집하였다. 2010년 1개, 2015년 1개, 2016년 6개, 2017년 9개, 2018년 9개, 2019년 19개, 2020년 27개, 2021년 32개로 총 104개의 논문이 분석에 사용되었다(Table 1 참조).

Table 1. Publications by Year

Year	The number of papers published
2010	1
2015	1
2016	6
2017	9
2018	9
2019	19
2020	27
2021	32

분석을 진행하기 전에 데이터에 대한 전처리(pre-processing)를 다음과 진행하였다. 1) ‘빅데이터’, ‘딥러닝’, ‘스마트팜’과 같이 고유 명사인 단어를 지정, 2) 문맥상 같은 의미를 가진 다른 단어들은 하나로 통합, 3) 모든 키워드를 검토하여 띄어쓰기, 약어 등을 확인하여 통일, 4) 스마트팜 연구 분야의 핵심어를 파악하기 위하여 가장 많이 나타날 수 있는 ‘스마트팜’이라는 단어를 제거, 5) 접두사, 접미사로 활용된 길이가 1로 나타난 단어를 제거, 6) 의미를 파악하기 어려운 길이가 1인 단어들을 제거, 7) 최종적으로 등장 빈도가 10회보다 낮은 단어들을 제거하며 전처리를 진행하였다. 이후 핵심어, 연결중심성, 매개중심성, 위세중심성 분석, LDA 기법을 통한 토픽의 유형화 및 토픽 간 네트워크 시각화를 위하여 Netminer 4.4를 활용하였다.

## 4. 연구결과

### 4.1 핵심어분석결과

본 연구목적을 위하여 빈도수가 높은 핵심어를 파악했으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 가장 많이 등장한 핵심어를 살펴보면, 환경(150회), 시스템(122회), 사용(114

Table 2. Frequency by Keyword

Rank	Keyword	Frequency
1	환경(Environment)	150
2	시스템(System)	122
3	사용(Use)	114
4	기술(Technology)	112
5	재배(Cultivation)	100
6	농업(Agriculture)	97
7	농가(Farmhouse)	91
8	활용(Utilization)	91
9	결과(Result)	83
10	모델(Model)	74
11	영향(Impact)	70
12	제안(Proposal)	70
13	제어(Control)	66
14	생산(Production)	64
15	생육(Growth)	64
16	데이터(Data)	63
17	가능(Possibility)	52
18	정보(Information)	52
19	개발(Development)	51
20	에너지(Energy)	51
21	작물(Crop)	51
22	융합(Conversion)	50
23	필요(Necessity)	48
24	관리(Administration)	47
25	교육(Education)	45
26	적용(Application)	45
27	분야(Field)	42
28	온실(Greenhouse)	42
29	정책(Policy)	42
30	절화(Cut-flowers)	39
31	최적(Optimization)	39
32	방법(Method)	38
33	산업(Industry)	38

34	논문(Thesis)	37
35	시설(Facility)	36
36	조사(Survey)	36
37	기대(Expectation)	35
38	창업(Foundaion)	34
39	효과(Effect)	34
40	관행(Custom)	33

회), 기술(112회), 재배(100회), 농업(97회), 농가(91회), 활용(91회), 결과(83회), 모델(74회)로 나타났다. 이러한 분석 결과를 통하여 스마트팜 기술, 시스템을 활용하여 작물 재배에 적합한 생육모델과 영향요인, 영향요인들이 농가에 미치는 결과를 고려한 연구가 진행되고 있다는 것을 파악할 수 있다 (Table 2 참조). 즉 작물 재배에 필요한 생육환경을 제어하고 자동으로 재배하기 위한 기술을 사용한다는 스마트팜의 개념이 반영되어 연구가 진행되고 있다고 해석할 수 있다.

#### 4.2 언어네트워크분석결과

각 핵심어 영향력 크기와 연결 관계를 살펴보기 위하여 연결중심성, 매개중심성, 위세중심성 분석을 하여 그 결과를 정리하면 다음 Table 3과 같다. 첫째, 연결중심성의 경우 ‘사용(.5096)’, ‘기술(.4904)’, ‘환경(.4904)’, ‘결과(.4615)’, ‘시스템(.4135)’의 순으로 높게 나타나 네트워크 내 해당 핵심어들이 강한 영향력을 나타내고 있음을 보여주고 있다. 핵심어가 다른 핵심어와 함께 사용되는 경우가 많은 경우 연결중심성이 높게 나타나게 된다. 스마트팜은 ICT 기술을 활용 및 사용하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적절하게 유지·관리할 수 있는 농장을 의미하므로 ‘기술’과 ‘사용’의 핵심어가 다른 핵

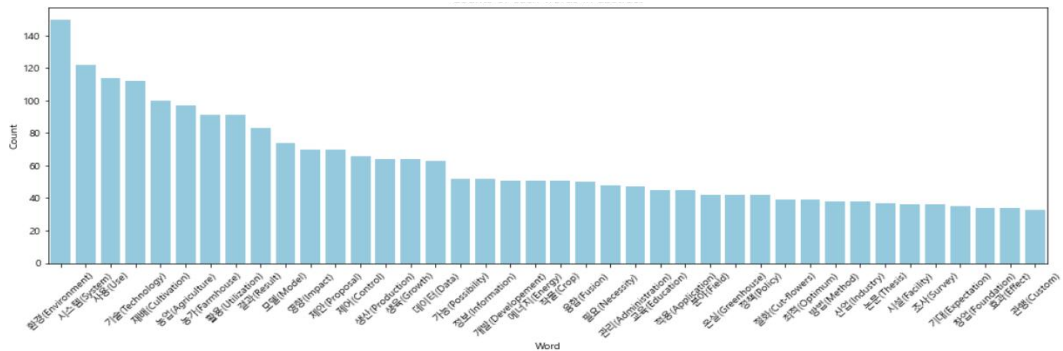


Fig. 2. Bar chart of Keyword Frequency

Table 3. The Results of Degree Centrality, Betweenness Centrality &amp; Eigenvector Centrality

Keyword	Degree Centrality	Keyword	Betweenness Centrality	Keyword	Eigenvector Centrality
사용(Use)	0.5096	사용(Use)	0.0499	생산(Production)	0.1088
기술(Technology)	0.4904	환경(Environment)	0.0454	농업(Agriculture)	0.1075
환경(Environment)	0.4904	기술(Technology)	0.0431	활용(Utilization)	0.1071
결과(Result)	0.4615	결과(Result)	0.0361	제안(Proposal)	0.1036
시스템(System)	0.4135	활용(Utilization)	0.0276	융합(Conversion)	0.1035
활용(Utilization)	0.4038	시스템(System)	0.0268	농가(Farmhouse)	0.1033
농업(Agriculture)	0.3846	필요(Necessity)	0.0205	가능(Possibility)	0.1029
필요(Necessity)	0.3846	제안(Proposal)	0.0203	모델(Model)	0.1024
제안(Proposal)	0.3750	생산(Production)	0.0189	정보(Information)	0.1012
생산(Production)	0.3269	농업(Agriculture)	0.0188	분야(Field)	0.1011
개발(Development)	0.2885	농가(Farmhouse)	0.0172	제어(Control)	0.1009
제어(Control)	0.2788	재배(Cultivation)	0.0157	생육(Growth)	0.1008
재배(Cultivation)	0.2788	정보(Information)	0.0137	시스템(System)	0.1004
데이터(Data)	0.2788	적용(Application)	0.0132	개발(Development)	0.0998
논문(Thesis)	0.2788	생육(Growth)	0.0123	작물(Crop)	0.0998
융합(Conversion)	0.2692	개발(Development)	0.0105	기술(Technology)	0.0992
정보(Information)	0.2692	제어(Control)	0.0105	영향(Impact)	0.0992
농가(Farmhouse)	0.2596	논문(Thesis)	0.0104	적용(Application)	0.0986
가능(Possibility)	0.2596	모델(Model)	0.0101	재배(Cultivation)	0.0985
모델(Model)	0.2596	데이터(Data)	0.0100	데이터(Data)	0.0984
생육(Growth)	0.2500	융합(Conversion)	0.0094	결과(Result)	0.0978
적용(Application)	0.2500	영향(Impact)	0.0093	필요(Necessity)	0.0978
영향(Impact)	0.2404	가능(Possibility)	0.0091	관리(Administration)	0.0975
관리(Administration)	0.2404	관리(Administration)	0.0091	환경(Environment)	0.0965
분야(Field)	0.2212	특성(Characteristic)	0.0077	수집(Collection)	0.0939
시설(Facility)	0.2019	자동(Automation)	0.0072	시설(Facility)	0.0930
작물(Crop)	0.1923	변화(Change)	0.0065	문제(Problem)	0.0923
문제(Problem)	0.1923	센서(Sensor)	0.0063	산업(Industry)	0.0920
수집(Collection)	0.1827	효과(Effect)	0.0062	지속(Continue)	0.0917
보급(Supply)	0.1827	분야(Field)	0.0061	감소(Reduction)	0.0912

심어와의 연결이 높게 나타난 것으로 해석된다.

둘째, 매개중심성의 경우는 다른 핵심어들의 관계 속에서 의미를 생성하는데 매개적 역할을 하는지를 보여주는 것이다. 핵심어 간의 매개 역할을 나타내는 매개중심성 분석 결과를 살펴보면, ‘사용(.0499)’, ‘환경(.0454)’, ‘기술(.0431)’, ‘결과(.0361)’, ‘활용(.0276)’ 순으로 나타났다. 매개중심성 상위 핵심어의 결과는 연결중심성의 결과와 유사하게 나타났다.

셋째, 위세중심성의 경우 ‘생산(.1088)’, ‘농업(.1075)’, ‘활용(.1071)’, ‘제안(.1035)’, ‘융합(.1035)’ 순으로 나타났다. 위세중심성이 높게 나타난 ‘생산’, ‘융합’, ‘모델’의 핵심어는 연결중심성과 빈도수 결과에는 높게 나타나지 않은 것으로 나타났다. 다시 말해, ‘생산’, ‘융합’, ‘모델’

의 핵심어는 다른 핵심어와 연결성과 전체 논문에서 빈도수도 높지 않지만, 주요한 핵심어와 자주 연결되어(예: 기존 방식과 새로운 기술의 융합, 작물 생산 등) 스마트팜 관련 연구 간 주제에서 매우 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

#### 4.3 토픽모델링분석결과

스마트팜 관련 연구의 주요한 토픽을 확인하기 위하여 LDA 토픽모델링분석을 실시하였다. 스마트팜 현업 관련 기업 대표, 스마트팜 관련 연구자 등 총 4명이 토픽의 수가 7개일 때 가장 적절한 결과가 도출된다고 판단하였으며, 논의를 통하여 각 토픽에 대한 적절한 주제명을 도출하였다.  $\alpha$ 은 2.0,  $\beta$ 은 0.1로 설정하여 토픽모델링분석을

Table 4. Topic Modeling Results

TOPIC	Frequency (%)	1st Keyword	2nd Keyword	3rd Keyword	4th keyword	5th Keyword
<b>Topic 1:</b> Introduction analysis of Smart Farm	<b>17</b> (16%)	Farmhouse	Cultivation	Cut-flowers	Custom	Survey
		농가	재배	절화	관행	조사
<b>Topic 2:</b> Eco-friendly Smart Farm and Economic efficiency of Smart Farm	<b>13</b> (12%)	Energy	Method	Household	Consume	Way
		에너지	방법	세대	소비	방식
<b>Topic 3:</b> Smart Farm platform design	<b>18</b> (17%)	Platform	Design	Network	Sensor	Function
		플랫폼	설계	네트워크	센서	기능
<b>Topic 4:</b> Smart Farm production optimization	<b>10</b> (10%)	Optimization	Prediction	Tomato	Yield	Farm
		최적	예측	토마토	수확량	농장
<b>Topic 5:</b> Smart Farm ecosystem	<b>13</b> (12%)	Impact	Expectation	Foundation	Factor	Effect
		영향	기대	창업	요인	효과
<b>Topic 6:</b> Smart Farm system implementation	<b>15</b> (14%)	Cultivation	Crop	Problem	Device	Evaluation
		재배	작물	문제	장치	평가
<b>Topic 7:</b> Government policy for Smart Farm	<b>18</b> (17%)	Education	Policy	Industry	Process	Introduction
		교육	정책	산업	과정	도입

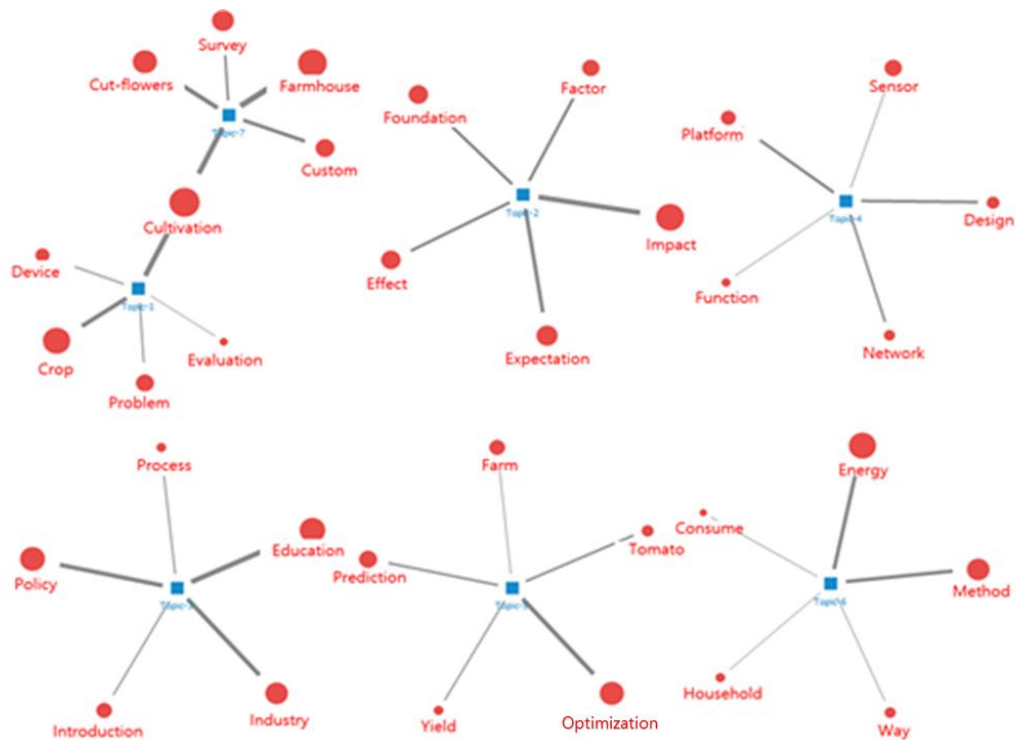


Fig. 3. Topic Modeling Network

진행하였으며 그 결과는 Table 4와 같다. Topic 1은 ‘스마트팜 도입 분석(17개, 16%)’, Topic 2는 ‘친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성(13개, 12%)’, Topic 3은 ‘스마트팜 플랫폼 설계(18개, 17%)’, Topic 4는 ‘스마트팜 생산 최적화(10개, 10%)’, Topic 5는 ‘스마트팜 생

태계(13개, 12%)’, Topic 6은 ‘스마트팜 시스템 구현(11개, 13%)’, Topic 7은 ‘스마트팜 관련 정부 정책(18개, 17%)’으로 나타났으며, 가장 큰 비중을 차지한 것은 ‘Topic 3: 스마트팜 플랫폼 설계’와 ‘Topic 7: 스마트팜 관련 정부 정책’이었다.

Topic 1인 ‘스마트팜 도입 분석’의 경우 스마트팜으로 재배된 표고의 외형평가, 장미 스마트팜과 관행 농가의 재배환경 및 절화 품질 비교’ 등 스마트팜을 도입하여 작물을 재배한 농가와 기존 방식으로 작물을 재배한 농가와의 차이를 분석하여 스마트팜 도입의 성과를 입증하려는 연구를 진행되었다. 해당 토픽의 연구를 통해 공통으로 입증된 결과는 스마트팜 환경에서 재배된 작물이 관행 농가에서 재배된 작물보다 품질, 생산량, 크기 등의 부분에서 더 뛰어나다는 것이었다[44-47]. Topic 2인 ‘친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성’의 경우 스마트팜의 단점으로 꼽히는 관행재배 대비 지나치게 많은 탄소배출 및 에너지 소모에 대해 파악하고, 이를 개선하기 위한 연구를 진행한 논문들이 포함되었다. 해당 토픽에서는 스마트팜의 운영과정에서 발생하는 난방비용을 줄이기 위한 새로운 열에너지 공급 방법에 관한 연구[48]와 토경액비 공급 장치 디지털화를 통한 생산량 변화와 시비법 변화에 따른 생산성/비용 변화에 관한 연구[49], 탄소배출 절감과 경제성 향상을 위한 난방시스템 연구[50], 세대 내 스마트팜 도입의 가능성과 이를 통해 절감되는 에너지 소모량에 관한 연구[51] 등 환경에 부정적인 영향을 주는 요소를 절감하고 경제적 효율성을 증가시키는 농사 방법의 개발 및 향후 개발 방향에 관해 연구가 진행되었다. Topic 3인 ‘스마트팜 플랫폼 설계’의 경우 국내 환경에 맞는 새로운 스마트팜 시스템과 플랫폼을 구축 및 적용하는 논문들이 포함되었다. 기존 시스템을 저렴한 가격으로 구축하기 위한 연구, 스마트팜 관리를 위한 새로운 시스템 개발, 기존에 활용되지 않던 기기나 기술을 스마트팜에 적용하는 연구 등 매우 다양한 방식의 연구가 진행되었다[52-55]. Topic 4인 ‘스마트팜 생산 최적화’의 경우 생산량과 품질을 끌어올리기 위한 가장 최적의 환경과 스마트팜 모델에 관해 연구하는 논문들이 포함되었다. 해당 토픽에서는 토마토를 활용한 연구가 주로 진행되었으며[61-63], 광량의 변화에 따른 인삼의 광합성률 연구, 국내 스마트팜의 생산성 향상 및 경쟁력 강화를 위한 발전 방향을 제시하는 연구 등이 진행되었다. 이외에도 스마트팜 도입 농가의 생산 효율성 변화에 관한 연구[45], 도심형 스마트팜 모델 개발에 관한 연구[56], 딸기와 토마토, 인삼 등 다양한 시설재배 작물의 최적 생육환경에 관한 연구 등이 진행되었다[57-62]. Topic 5인 ‘스마트팜 생태계’ 토픽에서는 새로운 개념인 스마트팜에 대한 농민, 관련 부서 공무원들의 인식과 기술 수용 의사에 관한 연구가 진행되었다. 해당 토픽에서는 스마트팜의 수용 의도에 영향을 미치는 요인과 영향

력에 관한 연구[63-64], 스마트팜의 유용성에 대한 인식이 신규 창업에 미치는 영향에 관한 연구[65-67] 등이 진행되었다. Topic 6인 ‘스마트팜 시스템 구현’에서는 기존에 존재하지 않던 새로운 시스템의 개발 혹은 기존 시스템 개선에 관한 연구가 주로 이루어졌으며, 새로운 시스템에 필요한 자원의 양과 발생하는 문제점 등에 관한 연구 결과를 보여주었다. 구체적으로, 스마트팜 기기의 전력 부하량을 취득하는 시스템을 구현하는 연구[68-69], 새로운 기술을 적용하는 방법에 관한 연구[70-71] 등이 다. Topic 7인 ‘스마트팜 관련 정부 정책’에서는 스마트팜 도입과 운영, 유지 등의 과정에서 농민/창업농업에서 필요한 정책 수립에 관한 연구가 이루어졌다. 청년 스마트팜 창업농업의 주변 환경에 따른 교육 수요의 차이에 관한 연구[72], 스마트팜 정책 형성 과정을 다중 흐름 모형을 통해 정책적 맥락에서 파악하는 연구[73], Borich 기법을 활용하여 중소/중견기업의 스마트팜 교육 수요를 파악하는 연구[74] 등이 진행되었다. 국내 스마트팜 청년 창업 농업교육에 있어 중요한 우선순위에 관해 연구하거나 스마트팜 보급 확대를 위한 정책 연구, FTA 관련 스마트팜 사례 연구 등 스마트팜의 국내 도입 및 확산을 촉진하기 위하여 정부에서 수행해야 할 정책의 방향과 역할을 제시하는 연구가 진행되었다.

## 5. 결론 및 논의

한국 스마트팜이 더욱 발전하기 위해서는 기술 및 성과 등의 연구 동향을 분석하는 것이 매우 중요하다. 이에 따라 본 연구에서는 2010년부터 1월부터 2021년 12월 까지 한국연구재단의 KCI에 검색된 총 104개의 논문으로 언어네트워크분석과 토픽모델링분석을 진행하였다.

첫째, 스마트팜 관련 연구에서 가장 많이 등장했던 주요 핵심어는 ‘환경(115회)’, ‘기술(99회)’, ‘사용(92회)’, ‘시스템(90회)’, ‘농업(86회)’, ‘재배(82회)’, ‘활용(68회)’, ‘영향(67회)’, ‘결과(64회)’, ‘생육(63회)’ 순으로 나타났다. 스마트팜 관련 연구에서 주요핵심어는 ‘환경(115회)’이었다. 이러한 결과는 기술, 시스템을 활용하여 농업 재배에 필요한 생육환경을 제어하고 환경요인들이 농가에 미치는 영향을 고려한 연구가 진행되었다는 것을 의미한다. 또한, 국내 스마트팜 관련 연구가 생육환경 데이터 수집 기술을 활용하여 비용과 자원을 최소화하는 2세대 스마트농업에 초점을 둔 연구가 주를 이루었다는 것으로 해석될 수 있다.



둘째, 핵심어 간의 연결 관계를 살펴보기 위한 중심성 분석결과는 다음과 같다. 연결중심성의 경우 '사용(.5096)', '기술(.4904)', '환경(.4904)', '결과(.4615)', '시스템(.4135)'의 순으로 높게 나타나 네트워크 내 해당 핵심어들이 강한 영향력을 나타내고 있음을 보여주고 있다. 매개중심성 분석 결과를 살펴보면, '사용(.0499)', '환경(.0454)', '기술(.0431)', '결과(.0361)', '활용(.0276)', 순으로 나타났다. 위세중심성의 경우 '생산(.1088)', '농업(.1075)', '활용(.1071)', '제안(.1035)', '융합(.1035)' 순으로 나타났다. 위 결과를 분석해보면, 스마트팜 관련 연구에서 가장 영향력 있는 핵심어는 '사용'임을 알 수 있다. ICT 기술을 사용하여 생육환경을 유지, 관리하는 농장을 의미하는 스마트팜의 정의가 반영되어 연구가 진행되고 있음을 의미하는 것이다.

셋째, 토픽모델링 분석 결과, Topic 1은 '스마트팜 도입 분석(17개, 16%)', Topic 2는 '친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성(13개, 12%)', Topic 3은 '스마트팜 플랫폼 설계(18개, 17%)', Topic 4는 '스마트팜 생산 최적화(10개, 10%)', Topic 5는 '스마트팜 생태계(13개, 12%)', Topic 6은 '스마트팜 시스템 구현(11개, 13%)', Topic 7은 '스마트팜 관련 정부 정책(18개, 17%)'을 나타내고 있었다. 앞서 언급한 바와 같이 스마트 농업은 크게 3세대로 구분되는데, 1세대는 농업의 편의성 증대, 2세대에서는 농업의 생산성 증대, 3세대에서는 농업의 자동화 및 로봇화에 관한 연구가 진행되었다 [13-14]. 토픽모델링 분석 결과를 스마트농업 세대와 관련지어 설명하면, Topic 3(스마트팜 플랫폼 설계), Topic 6(스마트팜 시스템 구현)은 스마트농업 1세대와 Topic 1(스마트팜 도입 분석), Topic 2(친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성), Topic 4(스마트팜 생산 최적화), Topic 5(스마트팜 생태계)는 스마트농업 2세대와 관련된 연구라고 할 수 있다. 결론적으로 현재까지 국내의 스마트팜 관련 연구들은 대부분 농업의 편의성 개선, 농업의 효율성 개선이라는 1, 2세대 스마트농업에 치중되어 있다는 것을 의미하는 것이다. Topic 2의 '친환경 스마트팜과 스마트팜의 경제적 효율성'의 경우는 최근 저탄소 스마트농업 등의 친환경 농업 확산에 중점을 두는 정부의 정책[75]을 반영한 연구가 진행되고 있음을 시사한다.

위의 결과를 바탕으로 본 연구의의는 다음과 같다. 첫째, 환경의 변화로 인하여 식량에 관한 관심이 높아지면서, 스마트팜에 대한 각국의 관심이 늘어나고 있다[7]. 이러한 상황에서 본 연구는 토픽모델링과 언어네트워크분

석을 통하여 국내 스마트팜 분야의 연구 동향을 체계적으로 정리한 국내 최초의 탐색적 연구라는 점에서 학문적 의의가 있다 하겠다.

둘째, 기존 연구 동향에 대한 대부분이 내용분석의 정성적 접근을 통한 연구가 이루어졌으나, 본 연구는 비정형 데이터를 수집하여 언어네트워크분석과 토픽모델링을 통하여 스마트팜 관련 분야의 연구 동향을 살펴보고 주제를 유형화하였다는 점에서 학문적 기여가 있다고 할 수 있다.

셋째, 스마트팜 관련 기관들이 한국의 스마트팜 관련 분야에 필요한 정책 및 전략을 수립하는데 본연구결과가 기초데이터가 될 것으로 기대된다. 구체적으로, 토픽모델링분석결과 국내 스마트팜 연구는 농업의 편의성, 효율성 개선이라는 1, 2세대 스마트농업에 치중되어 있으므로, 농업의 자동화 및 로봇화에 관한 연구가 진행될 수 있도록 정부의 지원이 필요한 것으로 판단된다. 또한, 친환경 스마트팜에 관한 연구가 활발하게 진행될 수 있도록 관련 기관들의 적극적인 관심과 지원이 필요하다고 할 것이다.

본 연구의 의의에도 불구하고 다음의 한계를 내포하고 있다.

첫째, 향후 같은 주제의 연구에서 본 연구에서 사용한 분석 방법을 그대로 사용한다고 하더라도 핵심어 정제과정에서 유의어, 지정어, 제외어 등의 기준이 연구자마다 다르게 나타날 수 있으므로 연구 결과 또한 다르게 나타날 수 있다. 그러므로 스마트팜 관련 연구를 지속해서 분석하여 연구 동향 추이를 살펴볼 필요가 있다 하겠다.

또한, 본 연구는 국내 스마트팜 관련 분야 연구의 초록을 활용하여 국내 스마트팜 연구 동향을 살펴보았지만, 영문만으로 초록이 작성된 논문을 제외하였기 때문에 모든 국내 스마트팜 연구를 분석하였다고 할 수 없다. 그러므로 향후 연구에서는 국내뿐만 아니라 해외의 스마트팜 관련 연구를 모두 포함하여 비교분석을 하는 추후 연구가 필요하다 하겠다.

## REFERENCES

- [1] M. Y. Kang. (August 17, 2021). *Global Food Prices Soar due to the Climate Crisis*. Future Chosun. <https://futurechosun.com/archives/58411>.
- [2] Y. R. Kim. (August 09, 2021). *Food Inflation in the Second Quarter Ranked Third This Year from 26th in the OECD Last Year*. Ilyo newspaper. [https://ilyo.co.kr/?ac=article\\_view&entry\\_id=408913](https://ilyo.co.kr/?ac=article_view&entry_id=408913)

- [3] Anonymous. (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [https://www.fao.org/3/cb4474en/online/cb4474en.html#chapter-2\\_1](https://www.fao.org/3/cb4474en/online/cb4474en.html#chapter-2_1)(accessed on December 1, 2021).
- [4] KREI. (2021). *Agriculture Outlook*. Naju : Korea Rural Economic Institute.
- [5] J. W. Park. (2020). *Food Security Impact and Prospects from COVID-19 Pandemic*. Korea and Global Affairs, 4(5), 183-202.  
DOI : <https://doi.org/10.22718/kga.2020.4.5.183>
- [6] Anonymous. (February 27, 2012). *Lee Myung Bak Government's four-year Agricultural Performance and Key Tasks of 2012*, Republic of Korea Policy briefing. <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148728496>
- [7] W. Y. An & Y. H. Chang. (2017). A Study on the Livestock Feed Measuring Sensor and Supply Management System Implementation based on the Io. *Journal of Korea Institute of Information, Electronics and Communication Technology*, 10(5), 442-454.  
DOI : <https://doi.org/10.17661/jkiect.2017.10.5.442>
- [8] Korea Agency of Education, Promotion & Information Service in Food, Agriculture, Forestry & Fisheries. (2021). *Smart Farm guidance*. Smart Farm korea. <https://smartfarmkorea.net/contents/view.do?menuId=M01010102>.
- [9] New York Branch of Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. (2019). *Current status and management of crop cultivation using Smart Agriculture and IT systems*. Naju : Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation.
- [10] S. E. Lee. (April 05 2021). *Indoor Agriculture is now The Trend. Trends in Indoor Agricultural Start-ups in the U.S*. Korea Trade-Investment Promotion Agency. <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/782/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=187820>
- [11] P. Suebsombut, A. Sekhari, P. Sureepong, P. Ueasangkomsate & A. Bouras. (2017). The Using of Bibliometric Analysis to Classify Trends and Future Directions on "Smart Farm". *International Conference on Digital Arts, Media and Technology*, 136-141. Chiang Mai : International Conference on Digital Arts, Media and Technology(ICDAMT).  
DOI : <http://doi.org/10.1109/ICDAMT.2017.7904950>
- [12] Anonymous. (2021). *What is Smart Farming?*. European Agricultural Knowledge and Innovation Systems. [https://www.smart-akis.com/index.php/network/what-is-smart-farming/accessed on December 28, 2021](https://www.smart-akis.com/index.php/network/what-is-smart-farming/accessed%20on%20December%2028,%202021).
- [13] Ministry of Science and Information and Communications Technology. (October 28, 2019). *Smart Farm Research and Development(R&D), Put the Wings of a Leap Forward!*. Republic of Korea Policy briefing. <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156357868>
- [14] Y. J. Jang & T. W. Kim. (2019). *Current status and Tasks of Smart Farm's spread and Distribution business - Focusing on ICT Convergence Projects in the Agricultural Sector - Seoul : National Assembly Research Service*
- [15] T. Lewis. (1998), Evolution of Farm Management Information Systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 19, 233-248.  
DOI : [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(97\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(97)00040-9)
- [16] H. M. Jawad, R. Nordin, S. K. Gharghan, A. M. Jawad & M. Ismail. (2017). Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 17(8), 1871-1915.  
DOI : <https://doi.org/10.3390/s17081781>
- [17] A. T. Balafoutis, F. K. Van Evert & S. Fountas. (2020). Smart Farming Technology Trends: Economic and Environmental Effects, Labor Impact, and Adoption Readiness. *Agronomy*, 10(5), 743-768.  
DOI : <https://doi.org/10.3390/agronomy10050743>
- [18] I. Y. Moon & M. Y. Kang (July 06, 2021). *Agricultural Food Investment Speed up Carbon Neutrality*. Future Chosun. <https://futurechosun.com/archives/57124>
- [19] K. J. Hong. (July 13, 2021). *One year after the Smart Farm, Product Production per 3.3m<sup>2</sup> is 18 → 24 kg... Income 28% ↑*. The Farmers Newspaper. <https://www.nongmin.com/plan/PLN/SRS/324539/view>
- [20] B. H. Shin & H. K. Jeon. (2020). ICT-based Smart Farm Design. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(2), 15-20.  
DOI : <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2020.10.02.015>
- [21] C. G. Kim. (2016). *An Analysis of the Current Status and Success Factors of Smart Farms*. Naju : Korea Rural Economic Institute
- [22] Anonymous. (2021). *Results of the 2020 Cultivation Area Survey*. Korea Development Institute. <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=211080&topic=>
- [23] Anonymous (2021). *Facility-Grown Crops Cultivation Area*. Korean Statistical Information Service. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ET0017](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0017). accessed on December 28, 2021.
- [24] Y. J. Jang & T. W. Kim. (2019). *Current status and Tasks of Smart Farm's spread and Distribution Business - Focusing on ICT Convergence Projects in the Agricultural Sector - Seoul : National Assembly Research Service*.
- [25] J. W. Lee & J. E. Kim. (2019). *S&T Market Report*. Seoul : Institute of Science and Technology Job Promotion.
- [26] H. R. Kim. (June 03, 2021). *[Smart Farm] The US Smart Farm Market is Growing Centered on Vertical Farming*. Food and Dining Management.

- <http://www.foodnews.news/news/article.html?no=283666>
- [27] Embassy of the Republic of Korea to the Kingdom of the Netherlands.(March 08, 2021). *2020 Dutch Agricultural Export and Import Performance*. Embassy of the Republic of Korea to the Kingdom of the Netherlands.  
[https://overseas.mofa.go.kr/nl-ko/brd/m\\_7073/view.do?seq=1344575&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi\\_itm\\_seq=0&itm\\_seq\\_1=0&itm\\_seq\\_2=0&company\\_cd=&company\\_nm=](https://overseas.mofa.go.kr/nl-ko/brd/m_7073/view.do?seq=1344575&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=)
- [28] M. H. Lee. (March 08, 2019). *Pay Attention to the Dutch Farmers' Knowledge Community 'Knowledge Circle' - What made Netherlands to a World-class Agricultural Powerhouse?*. Future Consensus Institute. <https://www.yeosijae.org/research/583>
- [29] J. C. Kho, K. T. Cho & Y. H. Cho. (2013). A Study on Recent Research Trend in Management of Technology using Keywords Network Analysis. *Journal of intelligence and information systems*. 19(2), 101-123. DOI : <https://doi.org/10.13088/jiis.2013.19.2.101>
- [30] J. W. Jang & K. H. Choi. (2012). Statistics Act Content Analysis using Semantic Network Analysis. *Journal of the Korean Official Statistics*, 17(2), 53-66. UCI : G704-001484.2012.17.2.006
- [31] H. B. Kwon & S. Y. Chun. (2013). A Smart Education Research throughout the Semantic Network Analysis. *CNU Journal of Educational Studies*, 2013, 34(2), 103-125. DOI : <http://dx.doi.org/10.18612/cnujes.2013.34.2.103>
- [32] T. H. Yoon. (2020). A Review of Casino Research Trends in Korea using the Semantic Network Analysis Methods. *Journal of Tourism Sciences*, 44(5), 141-160. DOI : <http://doi.org/10.17086/JTS.2020.44.5.141.160>
- [33] H. H. Kim. & C. H. Kwon. (2018). Research Trends of 'Preliminary Teacher Education' using Semantic Network Analysis Method. *The Journal of Humanities and social sciences* 21, 9(4), 1161-1176. DOI : <http://doi.org/10.22143/HSS21.9.4.81>
- [34] B. K. Kwon & S. Y. Chun. (2013) A Smart Education Research throughout the Semantic Network Analysis. *Journal of Educational Studies*. 34(2), 103-125. DOI : <http://doi.org/10.18612/cnujes.2013.34.2.103>
- [35] D. Hansen, B. Shneiderman & M. Smith. (2009). Analyzing Social Media Networks: Learning by doing with NodeXL. *Computing*, 28(4), 1-47. DOI : <https://doi.org/10.1145/1556460.1556497>
- [36] Y. J. Moon. (2020). An Analysis of Trends in Researches on the Open Recruitment System for Principals based on Topic Modeling and Keyword Network Analysis. *Journal of Education & Culture*, 26(1), 217-242. DOI : <https://doi.org/10.24159/joec.2020.26.1.217>
- [37] D. M. Blei (2012). Probabilistic Topic Models. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 55(4), 77-84. DOI : <https://doi.org/10.1145/2133806.2133826>
- [38] J. H. Park & M. Song. (2013). A Study on the Research Trends in Library & Information Science in Korea using Topic Modeling. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 30(1), 7-32. DOI : <https://doi.org/10.3743/KOSIM.2013.30.1.007>
- [39] S. J. Park, J. O. John, S. W. Kim & S. T. Kim. (2017). A Big-Data Analysis of Presidential Issue Ownership of two Prestigious Korean Newspapers : Focusing on LDA(latent Dirichlet allocation) Topic Modeling. *The Korean Association of Political Science & Communication*, 20(3), 25-56. DOI : <http://dx.doi.org/10.15617/psc.2017.10.31.3.25>
- [40] S. S. Lee. (2016). A Study on the Application of Topic Modeling for the Book Report Text. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 47(4), 1-18. DOI : <https://doi.org/10.16981/kliss.47.4.201612.1>
- [41] J. S. Shim & H. J. Kim. (2017). A Searching Method for Legal Case using LDA Topic Modeling. *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, 54(9), 67-75. DOI : <http://dx.doi.org/10.5573/ieie.2017.54.9.67>
- [42] T. K. Kim, H. R. Choi & H. C. Lee. (2016). A Study on the Research Trends in Fintech using Topic Modeling. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(11), 670-681. DOI : <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.11.670>
- [43] J. S. Park, S. G. Hong & J. W. Kim. (2017). A Study on Science Technology Trend and Prediction using Topic Modeling. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 22(4), 19-28. DOI : <http://dx.doi.org/10.9723/jksis.2017.22.4.019>
- [44] J. H. Cho. (2017). Characterization of the Morphology and Antioxidant Content of Shiitake Cultivated in Smart Farm System. *Journal of Mushrooms*, 15(4), 206-209. DOI : <http://dx.doi.org/10.14480/JM.2017.15.4.206>
- [45] D. W. Choi & C. R. Lim. (2018). Statistical Analysis of Production Efficiency on the Strawberry Farms using Smart Farming. *Journal of Korean Society for Quality Management*, 46(3), 707-716. DOI : <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.707>
- [46] S. Y. Choi, J. H. Lee & A. K. Lee. (2019). Comparison on Quality of Cut Rose and Environment in Smart Farm and Greenhouse. *Flower Research Journal*, 27(2), 129-134. DOI : <https://doi.org/10.11623/frj.2019.27.2.07>
- [47] Y. S. Roh & Y. K. Yoo. (2020). Comparative Analysis on Facility, Environment, Growth of Cut Flower, and Management Performance in Conventional and Smart Farm of Chrysanthemum 'Baekma'. *Flower Research Journal*, 28(4), 294-304. DOI : <https://doi.org/10.11623/frj.2020.28.4.08>

- [48] G. Y. Lee & J. I. Min. (2021). A Study on Digitalization of Smart Farm based Soil Nutrition Liquid Supply Device. *Journal of Information Technology and Architecture*, 18(1), 41–52.  
DOI : <http://doi.org/10.22865/jita.2021.18.1.40>
- [49] T. H. Jin, J. Liu, M. Chung & K. Y. Shin. (2020). Comparative Analysis of Thermal Energy Supply System for Smart Farm Complex Planning. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - B*, 44(12), 751–763.  
DOI : <https://doi.org/10.3795/KSME-B.2020.44.12.751>
- [50] N. H. Yoo. (2016). Development of Smart Farm System for Minimizing Carbon Emissions. *The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences*, 11(12), 1231–1236.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.13067/JKIECS.2016.11.12.1231>
- [51] J. S. Kim, Y. S. Kim & N. G. Lee. (2021). A Study on the Three-Dimensional Combination Plan for the Activation of Smart Farms for Apartment Households. *Journal of Korea Intitute of Spatial Design*, 16(8), 49–60.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.35216/kisd.2021.16.8.49>
- [52] K. C. Sung, Y. G. Kim, W. M. Yang & W. J. Kim. (2016). Pi Logger : Low-cost Greenhouse Image and Environmental Data Collection System for Invigorating Smart Farm Propagation. *The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences*, 11(11), 1,121 1,128.  
DOI : <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2016.11.11.1121>
- [53] S. G. Kwon, S. C. Kang. (2018). Implimentation of Smart Farm System Using the Used Smart Phone. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 22(11), 1524–1530.  
DOI : <http://doi.org/10.6109/jkiice.2018.22.11.1524>
- [54] K. P. Choi. (2020). Pest Prediction and Prevention Model Visualization using Farm Map for Ecological Smart Farm. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 19(2), 105–113.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2021.19.2.105>
- [55] H. J. Yu & C. H. Son. (2019). Recognition Apple Leaf Disease via Segmentation-Aware Deep Convolution Neural Networks for Smart Farm. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 17(6), 299–303.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.6.73>
- [56] K. H. Kim. (2019). Design and Construction of Urban-type Energy Self-Supporting Smart-Farm Service Model. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 23(10), 1305–1310.  
DOI : <http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.10.1305>
- [57] D. H. Lee. (2018). Real Options Analysis for Smart Farm Investment with Strawberries and Tomato Farming. *Legislation and Policy Studies*, 10(2), 275–303.  
DOI : <http://doi.org/10.22809/nars.2018.10.2.011>
- [58] J. M. Lee, J. H. Park, E. P. Lee, E. J. Kim, J. W. Park & Y. H. You. (2020). Changes in Photosynthetic Rate of Ginseng under Light Optical Properties in Smart Farms. *Korean Journal of Ecology and Environment*, 53(3), 304–310.  
DOI : <https://doi.org/10.11614/KSL.2020.53.3.304>
- [59] S. H. Lee. (2020). Constructing a Tomato Smart Farm Optimization Model with Estimated Growth Functions. *Journal of the Korean Data And Information Science Society*, 31(4), 619–635.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.7465/jkdi.2020.31.4.619>
- [60] H. S. Noh & Y. S. Lee. (2020). Determinants of Growth Variables on Smart Farm Tomato Production. *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, 8(3), 17–25.  
DOI : <https://doi.org/10.22716/sckt.2020.8.3.016>
- [61] M. H. Na, Y. H. Park & W. H. Cho. (2017). A Study on Optimal Environmental Factors of Tomato using Smart Farm Data. *Journal of the Korean Data And Information Science Society*, 28(6), 1427–1435.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.7465/jkdi.2017.28.6.1427>
- [62] B. H. Kim. (2020). Study on Next-generation Smart Farm Business Model Optimization based on Heterogeneous System Integration. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 4(3), 265–271.  
DOI : <https://doi.org/10.33097/JNCTA.2020.04.03.265>
- [63] H. C. Kim & S. D. Ahn. (2018). Factor Analysis of the Acceptance of Convergence ICT by Farmers and the Role of Agricultural Cooperatives: A Focus on Smart Farms. *The Korean Journal of cooperative studies*, 36(2), 115–135.  
DOI : <http://doi.org/10.35412/kjcs.2018.36.2.006>
- [64] D. B. Kang, B. G. Chung & C. M. Heo. (2020). Factors Affecting Acceptance of Smart Farm Technology – Focusing on Mediating Effect of Trust and Moderating Effect of IT Level -. *Korea Association Of Organic Agriculture*, 28(3), 315–334.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2020.28.3.315>
- [65] D. P. Kim. (2017). The Impacts of Personal Characteristics and Recognition of External Environments for the Prospective Smart Farm Agricultural Entrepreneurs on the Entrepreneurial Intention of Smart Farm Start-ups: Focused on Hoengseong-gun Province. *Journal of Regional Studies and Development*, 26(3),183–218.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.18350/ipaid.2017.26.3.183>
- [66] S. G. Park & C. M. Heo. (2020). The Effect of the Perception of ICT Technical Characteristics in Agricultural Industry on the Intention to Start Smart Farm: Focusing on the Mediating Effects of Effort Expectation and Acceptance Intention of Smart Farm. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 15(3), 19–32.  
DOI : <http://doi.org/10.16972/apjbve.15.3.202006.19>
- [67] M. H. Ahn & C. M. Heo. (2020). A Study on the Effect

of Perceived Usefulness Factors of Smart Farm on the Rural Entrepreneurial Intention. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 15(4), 161-173.  
DOI : <http://doi.org/10.16972/apjbve.15.4.202008.161>

- [68] H. S. Kim, H. C. Kim, J. W. Jwa & M. J. Kang. (2019). Development of Data Acquisition System for Smart Farm Non-Intrusive Load Monitoring. *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, 23(1), 322-325.  
DOI : <https://doi.org/10.7471/ikeee.2019.23.1.322>
- [69] H. S. Kim, H. C. Kim, M. J. Kang & J. W. Jwa. (2020). Data Processing and Analysis of Non-Intrusive Electrical Appliances Load Monitoring in Smart Farm. *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, 24(2), 261-266.  
DOI : <https://doi.org/10.7471/ikeee.2020.24.2.632>
- [70] J. K. Lee & B. M. Seol. (2019). Intelligent Smart Farm A Study on Productivity : Focused on Tomato farm Households. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 14(3), 185-199.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.16972/apjbve.14.3.201906.185>
- [71] H. J. Jung & W. B. Lee. (2021). A Study on the Implementation of Smart Farm Environment Control System Using Unity and Photon. *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, 20(1), 104-107.
- [72] B. O. Lim, S. I. Hwang & J. B. Um. (2021). Analysis of Educational Needs for Young Startup Farmers in Smart Farm : With a Focus on Derivation of Curricular Priorities. *Journal of Regional Studies*, 29(1), 137-161.  
DOI : <https://doi.org/10.31324/JRS.2021.03.29.1.137>
- [73] Y. Y. Jeong & S. J. Hong. (2019). An Analysis on the Process of Policy Formation of Smart Farms Dissemination applying Multiple Streams Framework. *Journal Of The Korean Society Of Rural Planning*, 25(1), 21-38.  
DOI : <http://Dx.Doi.Org/10.7851/Ksrp.2019.25.1.021>
- [74] D. H. Hwang & G. J. Park. (2020). An Analysis on the Educational Needs for the Smart Farm: Focusing on SMEs in Jeon-nam Area. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(1), 649-655.  
DOI : <http://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.649>
- [75] W. S. Kim. (January 18, 2022). *492.5 Billion Investment.. Transformation of Low-Carbon Smart Agriculture*. Gyeongsang-do newspaper. <http://www.hidomin.com/news/articleView.html?idxn=474318>

오 주 연(Juyeon Oh)

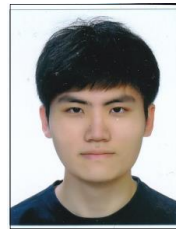
[정회원]



- 2000년 2월 : 인하대학교 경영학부(경영학사)
- 2004년 2월 : 인하대학교 일반대학원 경영학과(경영학석사)
- 2008년 2월 : 인하대학교 일반대학원 경영학과(경영학박사)
- 2016년 9월 ~ 2019년 8월 : Inha University In Tashkent(Uzbekistan) 물류학과 연구교수
- 2019년 9월 ~ 2020년 2월 : Yeosu Technical In Tashkent(Uzbekistan) 경영학과 교수
- 2020년 9월 ~ 현재 : 인하대학교 융합보안e거버넌스센터 수석연구원
- 관심분야 : 융합보안, 스마트시티, 국제인적자원관리(IHRM), Social Network Analysis, Big Data, A.I.
- E-Mail : [jy.oh@inha.ac.kr](mailto:jy.oh@inha.ac.kr)

이 준 명(Joonmyoung Lee)

[학생회원]



- 2022년 2월 : 인하대학교 경영학부(경영학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 대학원 통계학과(통계학석사)
- 2021년 3월 ~ 2022년 2월 : 인하대학교 융합보안e거버넌스센터 보조연구원
- 관심분야 : Social Network Analysis, Big Data, Statistics
- E-Mail : [jmlee9612@gmail.com](mailto:jmlee9612@gmail.com)

홍 의 기(Euiki Hong)

[정회원]



- 1996년 8월 : 한국과학기술원 경영공학(공학석사)
- 2015년 2월 : 한양대학교 대학원 경영학과(경영정보학 박사수료)
- 1993년 8월 ~ 1995년 2월 : 삼성SDS 물산 IT기획팀
- 1996년 9월 ~ 1999년 5월 : 삼일 PricewaterhouseCoopers 선임컨설턴트
- 1999년 6월 ~ 2013년 9월 : LG유플러스 부장
- 2013년 10월 ~ 2014년 12월 : 대교 눈높이마케팅실 실장(이사)
- 2016년 6월 ~ 현재 : ㈜디케이에코팜 대표이사
- 관심분야 : 스마트팜, Big Data, A.I.
- E-Mail : [ekhong0@naver.com](mailto:ekhong0@naver.com)