

# 꿀벌용 공기순환 시스템 및 꿀벌의 건강, 행동 및 영양효과를 평가하는 인공지능 기반 시스템 개발

송제호\*, 유태수\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학)

\*\*전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

## Development of an Artificial Intelligence-Based System to Assess Honeybee Health, Behavior, and Nutrient Effects with Bee Environmental Management System.

Je-Ho Song\*, Taesoo Yu\*\*

\*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),

\*\*Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

### 요약

2022년 1월부터 최근 이상기온 문제의 높은 온도차로 인해 꿀벌에 대한 실종이 지속적으로 나타나고 있는 실정이다. 따라서 꿀벌의 건강상태나 움직임의 알 수 있게 외부환경 분리 시스템을 구성 후 영양제 주입에 의한 움직임의 척도를 확인 할 필요가 있다. 본 논문에서는 꿀벌의 겨울환경 및 내부환경을 제어하기 위한 설계를 구성한 뒤 영양에 대한 데이터를 추적하는 시스템으로 제안한다. 제안하는 꿀벌용 공기순환 시스템 및 꿀벌의 건강, 행동 및 영양효과를 평가하는 인공지능 기반 시스템 개발은 일정한 꿀벌의 환경을 제어 한 후 꿀벌에게 맞는 영양제를 먹인 뒤 꿀벌이 밖으로 나가서 하루 안에 돌아올 수 있는 내용으로 데이터를 추적한다. 해당 시스템은 꿀벌손실을 막을 수 있는 저감 대책으로 활용될 수 있을 것이다.

## 1. 서론

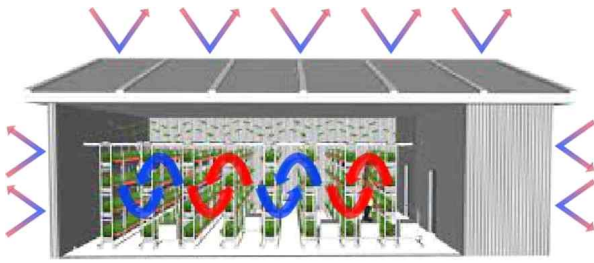
꿀벌은 전 세계 식량의 90% 차지하는 100대 농작물 중 70%가 꿀벌의 수분활동에 의존하고 있다. 꿀벌은 식물의 수분을 돕는 주요 매개자로서 생태계의 균형과 농업 생산성 유지에 필수적인 역할을 한다. 그러나 최근 기후변화로 인해 이상기후 현상이 발생하여 꿀벌의 활동에 많은 영향을 주어, 개체 감소가 되고 있는 실정이다. 이러한 현상은 식물 수분율의 저감으로 이어져 생물의 다양성 감소와 농업 생산성에 대한 생산률 저하 등을 보이고 있다. 이는 전 세계 적 식량 안보와 세계 식량경제에 부정적인 영향을 미치고 있다.

본 연구는 이러한 이상기온에 대하여 기후변화가 꿀벌에게 미치는 영향을 종합적으로 분석하고자 한다. 따라서, 본 논문에서는 꿀벌이 환경에 맞는 환경을 제공한 뒤 외부활동을 하기위하여 건강상태를 올릴 수 있는 각종 영양제를 먹인 뒤 하루동안의 꿀벌 회수율을 확인함으로써, 환경변화에 대한 꿀벌의 신체적 변화를 확인하며, 꿀벌의 활동성에 맞는 내부온도변화가 감지되었을 경우 관리자에게 이를 알려 빠른 대응

을 할 수 있도록 한다.[1,2]

## 2. 본론

비마인드AI 시스템은 꿀벌의 움직임과 행동 패턴을 분석하여 꿀벌 건강을 판단할 수 있어 여러 가지 다양한 응용 분야가 있으며, 지연 매칭-샘플 질차를 기반으로 새롭게 설계된 트라이 챔버 미로와 자유 비행 호밍패러다임의 두 가지 실험 환경에서 영상 분석을 통해 네 가지 영양소가 꿀벌 건강에 미치는 영향을 평가한다. 먼저 꿀벌환경제어시스템을 제작하여 기후환경에서 일어날 수 있는 온습도변화에 민감한 꿀벌의 활동시기를 늦출 수 있는 내용으로 내부에서의 온도 및 습도변화 발생을 감시하여 온도변화가 일어나는 즉시 온도를 낮추어 활동을 멈출 수 있게 조치할 수 있도록 한다. 그림 1은 꿀벌환경제어시스템 운영도를 나타낸 것이다.[그림 1]



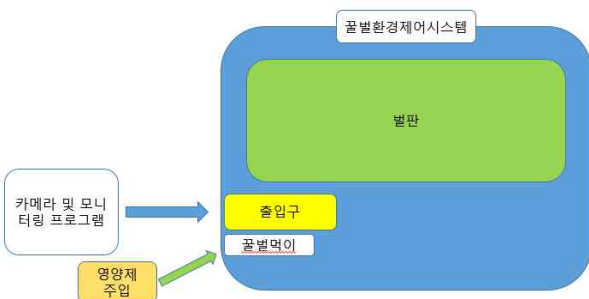
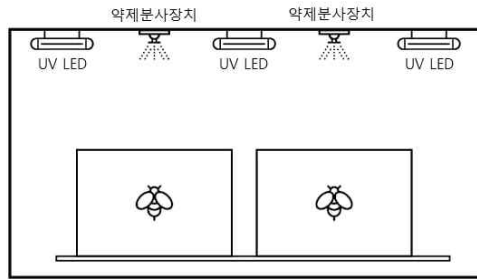
[그림 1] 꿀벌환경제어시스템 운영도

꿀벌환경제어시스템은 꿀벌을 생산하고 관리하는 현장에 설치되어 내,외부 환경상황의 데이터를 수집하는 센서들과, 수집된 데이터를 분석하고 모니터링하는 서버와 운영프로그램으로 구성한다.

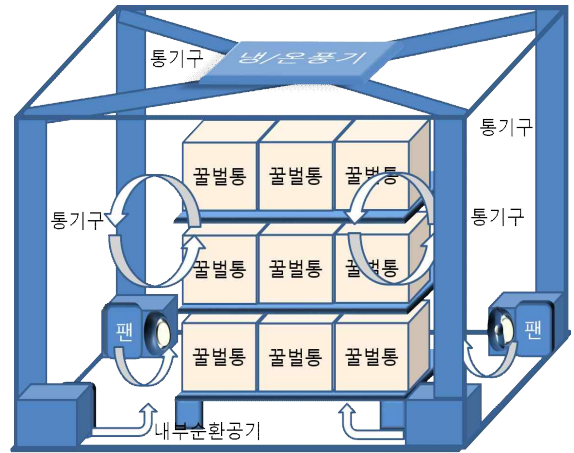
센서 데이터는 온습도를 내,외부로 감지하는 부분과 내부의 가스감지 센서를 이용해 CO<sub>2</sub> 및 CO, SO<sub>2</sub>등을 측정해 기본적 내외부 환경을 감지하고자 하였고, 기존의 벌통관리와는 달리 CCTV 영상 데이터를 추가로 이용하여 꿀벌들의 움직임의 방향성을 확인하여 그에 맞는 환경을 구성하며 생증물을 향상하고자 하였다. 꿀벌들의 움직임에 대한 활동 영상과 이미지를 데이터 수집하여 활동성이 많아짐이 포착될 경우 이를 관리자에게 알려 꿀벌들의 상태 확인이 가능하다.[3]

그림 2와 그림 3은 꿀벌들이 간헐적 움직임을 할 수 있는 내부 공간을 내부의 꿀벌들이 이동이 가능한 형태규격으로 제어된다. 이를 제어하기 위해 외부통신이 가능한 별도의 냉난방공조 제어기 회로를 구성 및 제작하였다.

그리고 비마인드AI 시스템에는 마이크, 온도와 습도, 이산화탄소, 대기압, 카메라 등 8개의 센서가 탑재되어 있어 비마인드AI가 벌집 내 및 외부 상태를 모두 모니터링할 수 있다. 먼저 실험에 필요한 영양제 3가지와 네거티브 대조군 2가지도 한정하여 실험에 사용한다.[4],[5]

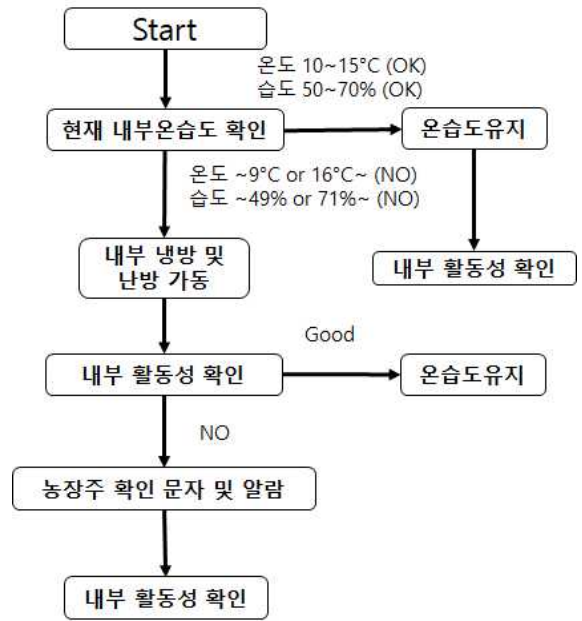


[그림 2] 장치 내부 구조 모습

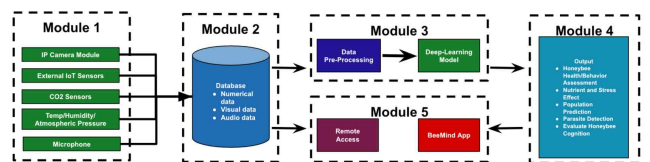


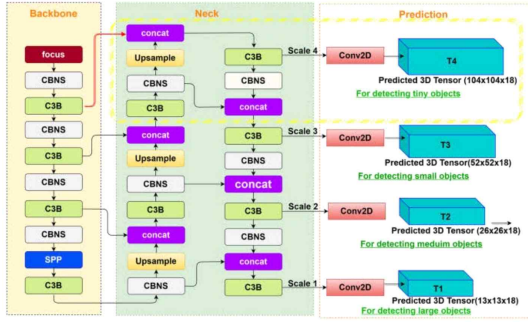
[그림 3] 내부환경 운영 구성 그림

그림 4와 같이 내부의 구조를 설계 할 시 공기가 중앙집중식이 아닌 전체적으로 5방향으로 퍼져 나가는 순환구조를 가져야 하며, 꿀벌의 움직임에 제어할 수 있는 온도가 고르게 퍼지기 위한 장치로 구성해야 한다. 또한 전에 8방향의 온습도 센서를 설치하여 각 방향에 온습도를 전체적으로 체크하는 시스템으로 구성한다. 고르지 못한 공조부분에서는 꿀벌들의 활동성에 맞는 온도가 생성되어 활동성을 높여 다른 벌집을 구성할 가능성이 높다.



[그림 4] 내부 시스템 구동 알고리즘



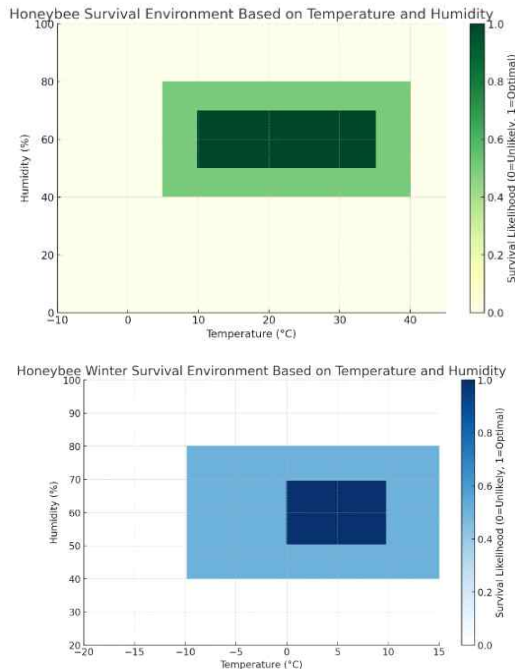


[그림 5] 데이터 확보 알고리즘 및 CNN 기본설정

그림 5는 꿀벌환경제어시스템 내외부 환경구조 알고리즘을 나타낸 것으로, 온습도가 정해진 범위에서 벗어나는 데이터로 판단 되었을 때, 적정온도에 맞추어 공조시스템이 가동하며, 내부의 CCTV화면을 확인 후 내부 활동성을 확인하며 꿀벌들의 활동성을 확인 후 정해진 온도를 벗어나 활동량 이상 진행 시에는 농장주에게 알려 내부 확인을 직접하도록 한다.



[그림 5] 내부 시스템 구동 모니터링 화면



[그림 6] 기존 꿀벌생존환경 및 겨울철 온습도 비교 데이터

Distance (M)	Control	Chitosan 1.2ng/bee	C60 5ug/bee	Aceamiprid 1 ng/bee	TXM 1ng/bee
300	88%	90%	95%	73%	50%
500	80%	85%	93%	68%	43%
800	75%	75%	90%	55%	38%

[표 1] 각각의 영양제를 주입한 꿀벌들의 이동거리와 귀환률

그림 6과 표 1같이 2개의 온습도 화면을 가져오며, 설정된 온습도에 꿀벌이 겨울철에 해당하는 알맞은 온도환경에 적응하는 내용을 확인하고, 꿀벌을 포획하고 표시한 후 풀어주는 자유 비행 실험에서 몇 가지 주요 결과가 도출하여 C60을 받은 꿀벌의 복귀율이 가장 높았고, 키토산그룹, 대조군, 그리고 네오니코티노이드가 그 뒤를 이은다. CCTV 화면을 실시간으로 통해 모니터링 할 수 있도록 하였다. 또한 프로그램 내에서 환경이상징후가 발생 시에는 농장주의 스마트기기에 내용을 보내며 내부 이상징후에 대한 조절 및 대비와 꿀벌들의 움직임에 생존율을 더욱 높일 수 있도록 하였다.

### 3. 결론

본 논문은 전국적 이상기온현상에 꿀벌의 활동시기 오류에 따른 동사 및 폐사로 부터 보호하고 생존환경을 조성 한 뒤 건강한 상태에서 과수 및 농장을 운영하시는 농장에 제공할 꿀벌이 소실 되어 생산량이 미치는 피해를 줄이고자 설계한 시스템이다. 높아지는 이상기후현상에 추위진 봄철 외부온도를 착각하여 밖으로 나간 꿀벌들이 꿀벌집으로 돌아올 시기를 놓쳐 얼어버리는 상황을 대처 하고자 하며, 꿀벌의 활동시기를 인위적으로 조절 할 수도 있게 만든다. 또한 꿀벌응애나 중국가시응애 등 꿀벌에 치명적인 진드기류나 바이러스로부터 안전한 생존환경 조성도 같이 한다.

#### 참고문헌

- [1] 기후변화에 따른 솔수염하늘소(Monochamus alternatus) 잠재적 분포 변화 예측, 한국응용곤충학회지, pp.501~511, 2023
- [2] Ehsan Rahimi, Chuleui Jung, Estimating potential climate change effects on pollinating insects: A multi-taxa study in the Republic of Korea, 한국곤충학회, 2024
- [3] 최호준, 김민, 전진형, 꿀벌의 사회생태시스템 분석을 통한 도시 양봉 활성화 녹지 계획 전략 제시, 한국조경학회지, pp.46-58, 2024
- [4] Matthew Lo BeeMind AI: Development of an Artificial

Intelligence-Based System to Assess Honeybee Health, Behavior, and Nutrient Effects, ICMI, 2024

- [5] H. F. Abou-Shaara, "Testing the ability of chitosan nanoparticles to improve development and performance of honey bee colonies during early spring," *Entomological Research*, vol. 52, no. 4, pp. 214-222, 2022. doi:10.1111/1748-5967.12579