

적외선 센서를 활용한 꿀벌 출입 계수기 시스템 구현

김민정, 류지수, 정지원, 최병조

인천대학교 임베디드시스템공학과

{kmmjj1106, wltn2s, wwh0402, bjc97r}@inu.ac.kr

Implementation of a Honeybee Counting System Using IR Sensors

Kim Min-Jeong, Ryu Ji-Soo, Jung Ji-Won, Choi Byoung-Jo

Dept. of Embedded Systems Engineering, Incheon National University

요약

꿀벌은 식물의 화수분에 매우 중요한 역할을 한다. 최근 여러 요인으로 인해 꿀벌의 개체수가 급격히 감소하는 현상이 발생하여 그 원인에 대한 논란이 발생하고 있다. 이러한 현상은 양봉 농가에 심각한 피해를 주기 때문에 문제를 조기에 발견하여 대책을 세우는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 꿀벌통에 부착하여 출입하는 꿀벌의 개체수를 계수하는 시스템을 제안하고 오픈소스 하드웨어를 이용하여 구현하는 과정을 소개한다. 또한 꿀벌의 출입 개체수 데이터를 IoT 플랫폼에 기록하여 모바일 앱이나 웹에서 확인할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

I. 서론

최근 꿀벌 생태계의 집단붕괴 현상이 종종 보고되고 있다. 꿀벌은 식물의 화수분에 필수적인 역할을 하고 있기 때문에 꿀벌 개체수의 감소는 인류의 식량 문제와도 직결되는 심각한 문제이다. 이러한 원인으로는 이상 기후에 따른 꿀벌 활동의 교란, 이전에 없던 병해충의 돌발 발생, 꿀벌의 영양 부족 및 면역력 저하 등이 거론된다. 꿀벌 개체수의 감소는 양봉 농가에 심각한 경제적 손실을 끼치게 되기 때문에 조기에 이러한 현상을 발견하고 대책을 마련할 필요가 있다.

꿀벌의 개체 인식은 마이크로 QR 코드를 부착하거나, 레이저에 반응하는 RFID인 p-Chip을 부착하는 등의 방법이 제안되었다. 이러한 방법의 장점은 꿀벌 개체를 인식할 수 있어 해당 꿀벌이 언제 벌집에서 나가서 언제 들어오는 지 등의 정보를 정확하게 수집할 수 있다는 것이다. 그러나 단순히 출입하는 개체수를 파악하여 개체수 감소 여부등을 측정하기 위해서는 이렇게 고가의 시스템을 구축할 필요 없이 꿀벌통을 출입하는 꿀벌의 수만을 파악하면 된다. 본 논문은 이러한 시스템을 저가의 오픈소스 하드웨어를 활용하고 레이저 컷터를 이용하여 간단하게 구현할 수 있는 꿀벌 출입 계수기를 제안하고 그 제작 과정을 소개한다.

그림 2와 같이 각 통로마다 두 개의 적외선 센서(QRE113)를 배치하였으며, 이러한 적외선 센서들을 통해 감지되는 값들을 아두이노 보드를 통해 디지털 신호로 변환하여 값을 처리하도록 하였다. 꿀벌의 출입 횟수는 그림 1과 같은 꿀벌 출입 판정 알고리즘을 활용하였으며 변수 설정을 통해 두 개의 센서 값이 변경되는 상황을 파악하여 꿀벌의 출입을 판정하도록 하였다. 동일한 통로를 통해 꿀벌이 나갈 수도 있고, 들어올 수도 있기 때문에 어떤 순서대로 센서값이 반응하는지를 파악하여 꿀벌의 출입 여부를 파악한다. 때로는 꿀벌이 중간에서 머뭇거리며 센서 근처를 몇 번 배회하는 경우도 있기 때문에 소프트웨어로 예외처리를 해 줄 필요가 있다.

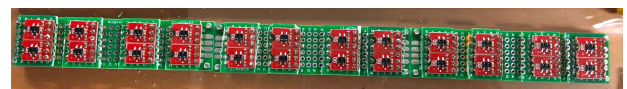


그림 2. 꿀벌 계수기 출입 통로 부

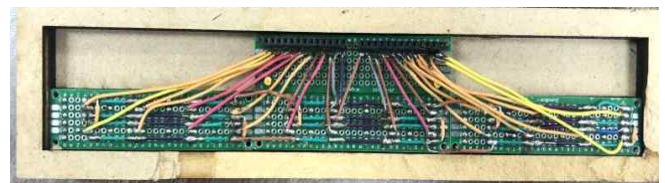


그림 3. 꿀벌 계수기 연결부

II. 본론

2.1. 하드웨어 시스템 구성

꿀벌의 출입 측정을 위해 반사형 적외선 센서(QRE1113)를 채택하였고, 다수의 센서(적외선 센서 및 온도 센서 등)를 사용하기 때문에 Arduino Mega 2560을 사용하도록 하였다 [1, 2, 3].



그림 1. 꿀벌 출입 판정 알고리즘

총 24개의 적외선 센서(QRE113)를 활용하여 12개의 출입 통로를 구현하였으며, 그림 3과 같이 Arduino Mega 2560의 디지털 핀(22~45 PIN)을 이용하여 입력을 받도록 하였다.

외관 부는 꿀벌이 글루건 재질을 선호하지 않기 때문에 아크릴을 레이저 컷팅기를 사용하여 벌통에 맞게 제작하였으며, 그림 5와 같이 아크릴 접착제를 통해 벌통과 연결하여 사용할 수 있도록 제작하였다.



그림 4. 벌통 설치

2.2. 소프트웨어 구성

프로그램 제작에는 Arduino IDE의 개발환경을 이용하였으며, Digital Pin으로 들어오는 실시간 값을 독립적으로 제어할 수 있도록 작성하였다.

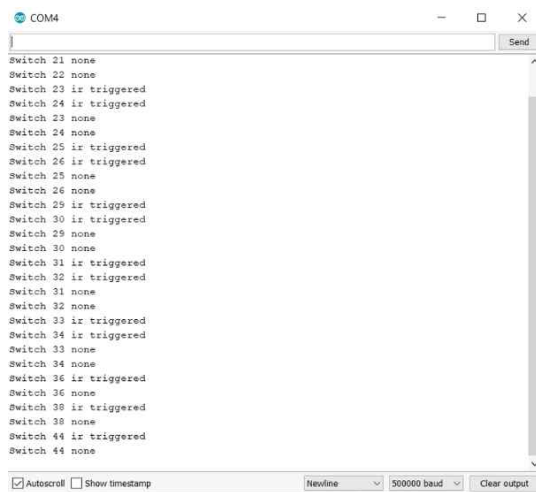


그림 5. 아두이노 실행 결과

이러한 센서값들을 받아오는 과정에서는 시리얼 통신을 이용하였으며, 센서 입력값의 변화가 탐지되는 경우, 시리얼 모니터를 통해 출입한 통로의 번호와 총 출입한 꿀벌의 수를 출력하도록 구현하였다.

2.3. 시스템 전체 구조

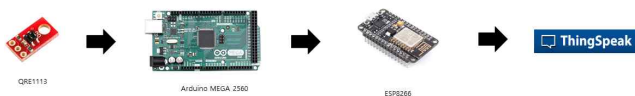


사진 6. Bee Counter 시스템 모식도

적외선 센서(QRE1113)와 Arduino Mega 2560으로 측정한 꿀벌의 출입 횟수는 Arduino Mega 2560에 연결된 WiFi 모듈(ESP 8266)을 통해 MathWorks 사가 제공하는 IoT 플랫폼인 ThingSpeak 채널[4]에 업로드한다. ThingSpeak 채널에는 꿀벌통의 온도와 습도, 꿀벌의 출입 데이터를 함께 기록한다. ThingSpeak 채널에 기록된 데이터는 웹을 통해 실시간 그래프로 모니터링 할 수 있고, 모바일 앱을 통해서도 확인할 수 있도록 하였다. 모바일 앱은 앱 인벤터로 간단하게 구현할 수 있었다. 또한 꿀벌 계수결과 미리 정한 수 이상의 개체수 감소가 발견되면 WebHook을 통해 알람을 전송할 수 있도록 구현하였다. 시스템 전체 구조는 사진6과 같이 나타낼 수 있다.

III. 결론

본 연구를 통해 새로운 벌통을 제작하지 않고도 기존의 벌통에 꿀벌 출입 계수기 시스템만을 추가함으로써, 실시간으로 꿀벌의 출입을 확인할 수 있으며, 이상 현상을 탐지할 수 있음을 성공적으로 확인할 수 있었다. 또한, 이러한 데이터를 실시간으로 IoT 플랫폼인 ThingSpeak 채널에 기록하여 웹 및 모바일 앱을 통해 확인하고 알람을 받을 수 있었다.

그러나 장기적으로 관찰하였을 때, 햇빛양으로 인한 센서값의 오차 발생이 확인되었으며, 적은 입구 개수로 인한 꿀벌의 출입 체증이 발생하였다. 따라서 후후 연구에서는 이전 시스템에 대비하여 입구의 개수를 증가시키고, 소자를 이용한 새로운 회로 구성을 통해 햇빛에 영향을 받지 않도록 센서를 구성하여 문제점을 보안을 유지할 예정이다. 또한, 꿀벌통이 설치되는 위치에 WiFi 연결이 쉽지 않은 곳이 많다는 것을 감안하여 LTE, LoRa, 5G 등의 연결성을 추가로 제공할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 국립 인천대학교 교육부 지정 대학중점연구소인 매개곤충자원 융복합연구센터의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 최선오, 이영준, 최재혁, 김종배, “오픈소스 하드웨어 기반의 IoT 교육 시스템 설계 및 구현”, 한국통신학회논문지, 2020 (45-9), 1651-1658
- [2] 배점한, 김종태, “IoT Things를 위한, 설계 변경이 용이한 실용적 HW/SW 설계 방법”, 한국통신학회논문지, 2019 (44-6), 1193-1200
- [3] Jiang, Joe-Air & Wang, Chien-Hao & Chen, Chi-Hui & Liao, Min-Sheng & Su, Phd & Chen, Wei-Sheng & Huang, Chien-Peng & Yang, En-Cheng & Chuang, Cheng-Long. (2016). A WSN-based automatic monitoring system for the foraging behavior of honey bees and environmental factors of beehives. Computers and Electronics in Agriculture. 123. 304-318. 10.1016/j.compag.2016.03.003.
- [4] ThingSpeak, <https://thingspeak.com/>