

클라우드 기반의 실시간 봉군 온·습도 모니터링 시스템의 설계 및 구현

김병순 · 정철의^{1*}

안동대학교 정보과학교육과, ¹안동대학교 식물의학과

Design and Implementation of Cloud Based Realtime Temperature and Humidity Monitoring System of Honey Bee Colony

Byungsoon Kim and Chuleui Jung^{1*}

Dept. of Information and Computer Science Education, Andong National University

¹Dept. of Plant Medicine, Andong National University, Andong GB Korea

(Received 28 October 2015; Revised 4 November 2015; Accepted 4 November 2015)

Abstract

Environmental monitoring of the bee hive can provide information of diverse processes inside the dark place where social casts and individuals interact. Timely transmission of the information is required for the proper management. Recent advances in wireless sensor networks enabled multiple-factor monitoring. This paper presents design and implementation of a cloud-based monitoring system with wireless network and an Internet of Thing (IoT) platform in order to realtime delivery of the field measured information to the user. This system could facilitate the implementation of the automated environmental monitoring with easy adaptability of visualizing on IoT system with geographical location on Google.

Key words: Realtime, Internet of Thing, Cloud, *Apis mellifera*, Wireless network, Delivery

서 론

센서 네트워크는 물리적 또는 환경적 조건을 측정하기 위해 센서를 사용하는 독자적인 장치들로 구성된 것이다. 센서 네트워크의 각 노드들은 제한적인 자원들로 구성되며, 센서가 측정한 데이터를 네트워크를 통해 데이터 수집하는 장치로 전달한다. 무선 센서 네트워크는 데이터를 무선 기술을 이용하여 데이터

수집 서버로 전송한다.

사물 인터넷(Internet of Things)은 각종 사물에 센서와 통신기능을 내장하고 사람과의 상호작용 없이도 네트워크를 통해 기계와 기계 사이에서 데이터를 주고 받을 수 있는 환경을 의미한다. 클라우드 컴퓨팅(Cloud computing)은 각종 컴퓨터 처리 자원들을 공유 가능한 공간에 저장하고 언제 어디서나 네트워크를 통해 그 자원들을 접근 가능하도록 하는 모델이다

*Corresponding author. E-mail: cjung@anu.ac.kr

(Wikipedia).

양봉과 ICT (Information and Communication Technology)의 융합으로 양봉가들은 개별적인 꿀벌 봉군의 행동에 대한 정보를 쉽게 파악할 수 있고, 이에 따라 양봉의 효율성이 점차 증가하고 있다 (Zacepins *et al.*, 2012; Zacepins *et al.*, 2013; Kvišis and Zacepins, 2015). ICT를 사용하여 꿀벌 봉군 내 환경 측정을 함으로써 꿀벌 봉군의 건강 상태를 확인할 수 있고, 특히 초개체(superorganism)으로 인식되는 꿀벌 집단의 경우, 동지 온도의 항상성 유지는 집단 생존과 번성에 필수 불가결 요소이다(Tautz, 2008; Stabentheiner *et al.*, 2010; Yi and Jung, 2010). Kim and Jung(2014)은 봉군 온도 자동 모니터링 시스템을 통해 벌통 내 온도의 3차원적 분포를 파악할 수 있음을 보여주었으며, 향후 자료의 자동 전송 및 무인 자료수집 시스템의 중요성을 제안하였다.

오늘날 사물을 모니터링하기 위한 무선 기술은 훨씬 많이 일반화되어 있지만, 정밀양봉 분야에서는 아직까지 무선 센서 네트워크 기술이 많이 적용되어 있지 못하다. 또한 논문에서 봉군 측정을 위해 무선 네트워크 기반으로 시스템을 구축한 예는 극히 드물다 (Kvišis *et al.*, 2015). Kvišis 등(2015)은 논문에서 무선 네트워크를 사용하여 실시간으로 온도와 습도를 측정하고 온라인으로 데이터를 확인하는 시스템 구현

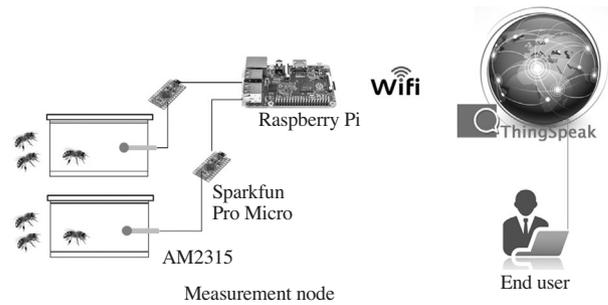


Fig. 1. Wireless monitoring system based on a cloud computing.

과정을 보였다.

이 논문은 봉군의 온도 및 습도 모니터링 자료를 사물 인터넷 플랫폼을 이용하여 클라우드 기반 실시간 전송을 통한 모니터링 시스템의 설계와 구현과정을 보고한다. 이 시스템은 시스템의 지리적 위치뿐만 아니라 실시간 데이터를 시각화하여 나타내는 장점이 있고, 또한 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다.

재료 및 방법

시스템의 하드웨어 구성요소

WiFi 무선 네트워크기반으로 봉군의 온도 및 습도를 클라우드 서버에 저장하고 인터넷 접속이 가능한

Table 1. AM2315 parameters

Parameter	Condition	min	Typ	max	Unit
Relative Humidity (RH) accuracy	25°C		±2		%RH
RH Response time	1/e (63%)		<5		S
Temperature accuracy			±0.1	±1	°C
Temp. response time	1/e (63%)		<5		S

Table 2. Features of the system elements

System element	Features
Sparkfun Pro Micro	ATmega32U4 8 bit microcontroller Run at 16MHz and 5V
Raspberry Pi 2 Model B	900MHz quad core ARM Cortex A7 32 bit CPU 1GB SDRAM Run on Debian Linux
ThingSpeak IoT platform	Realtime data collection and storage Analyze and visualize your data Trigger a reaction

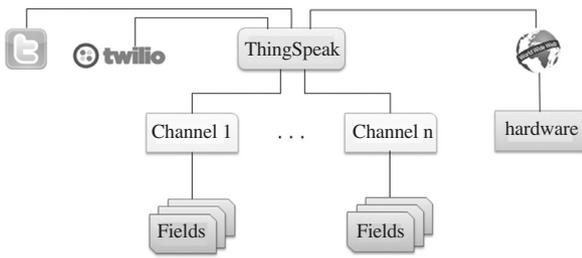


Fig. 2. ThingSpeak platform structure.

환경에서 실시간으로 시각화된 데이터를 모니터링 할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다.

봉군의 온도와 습도를 측정하기 위해 온도 오차율이 낮은 DS18B2 온도 센서를 갖는 AM2315 센서를 사용하였으며, 이 센서의 파라미터 값들은 Table 1과 같다. 이 센서는 3.3V~5.5V 사이의 전압을 사용할 수 있지만 추천하는 전압은 5V이고, 장치와의 인터페이스는 I2C(Inter Intergrated Circuit) 방식을 지원한다 (AM2315 datasheet).

우리가 구현한 모니터링 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같다.

아두이노 호환 보드인 Sparkfun Pro Micro에 AM2315를 연결하고, 아두이노 프로그램을 사용하여 센서 값을 읽는다. 그리고 측정된 데이터는 시리얼 포트를 통해 인터넷 접속기능이 있는 라즈베리파이 (Raspberry Pi) 보드로 전송된다. 라즈베리파이 보드는 데이터들을 파일에 기록함과 동시에 ThingSpeak 클라우드 서버로 전송한다.

모니터링 시스템의 주요 구성요소들의 특징은 Table 2와 같다.

시스템의 소프트웨어 구성도

데이터를 실시간으로 시각화하기 위해 우리는 Fig. 2와 같은 ThingSpeak 사물인터넷 플랫폼을 이용하였다.

ThingSpeak 사물인터넷 플랫폼은 오픈 소스로서 측정 데이터를 클라우드 서버로 전송하면 사용자가 생성한 채널에 모두 저장한다. 클라우드에 저장된 데이터는 여러 분석 툴들을 사용하여 분석하고 시각화할 수 있으며, 소셜 미디어나 웹 서비스와 상호작용을 할 수 있는 기능도 제공한다.

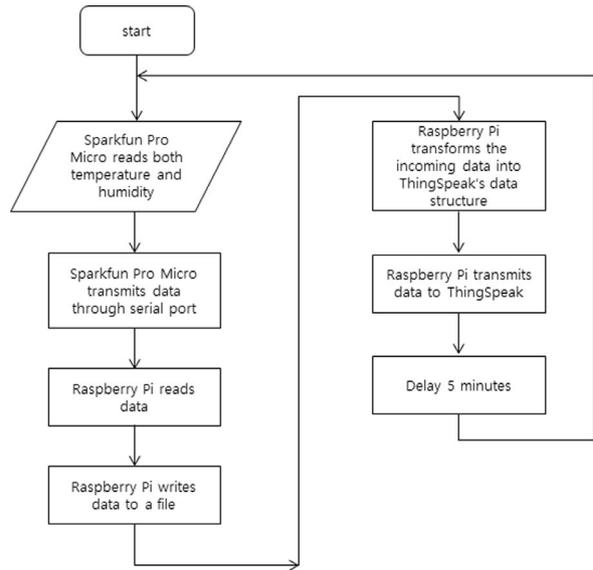


Fig. 3. Functional flowchart of the system from data reading to data delivery followed by 5 minutes interval.

Fig. 3은 우리 시스템의 동작 과정을 순서도로 나타낸 것이다. 센서를 제어하는 Sparkfun Pro Micro 보드가 센서로부터 데이터를 읽은 후, USB로 연결된 라즈베리파이보드로 데이터를 전송한다. 라즈베리파이는 시리얼 포트로부터 데이터를 읽은 후 파일에 저장하고, 온도 및 습도의 값을 ThingSpeak.com 서버로 전송한다.

결과 및 고찰

우리가 개발한 무선 봉군 모니터링 시스템에 대하여 설명하였다. Fig. 4는 우리가 구현한 시스템으로서 센싱 노드와 이 노드를 무선 기능을 가진 라즈베리파이 보드에 연결한 상태를 보여준다.

우리는 2015년 5월에 모니터링 시스템을 안동대학교 실험 양봉장 내의 봉군 2개에 설치하여 동년 10월 말 현재까지 실시간으로 데이터를 모니터링하고 있다. Fig. 5는 클라우드 서버에 접속한 상태를 보여준 것이다.

웹 브라우저를 사용하여 클라우드 서버에 접속하면, 구글 지도를 이용하여 모니터링 시스템의 지리적

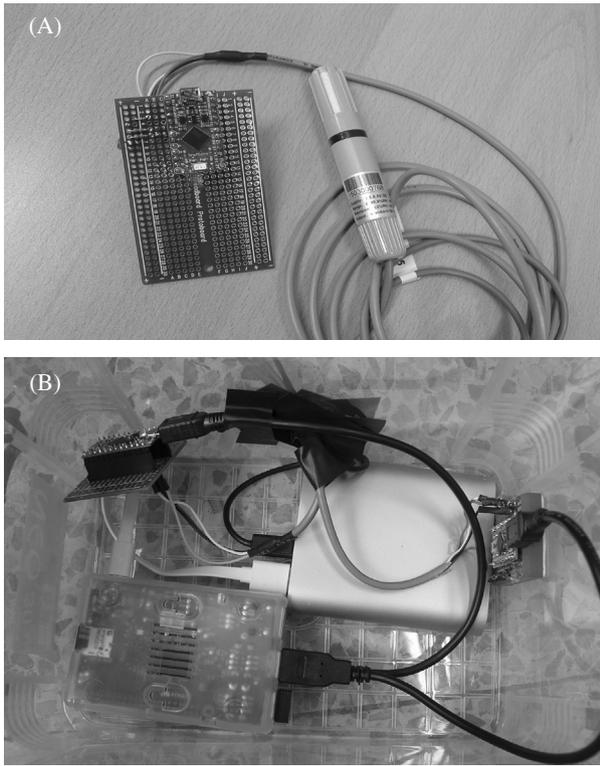


Fig. 4. Wireless monitoring system; sensing node (A) and monitoring system (B).

위치를 보여주며, 실시간으로 측정 데이터를 시각화하여 보여준다. 또한 서버에 저장된 현재까지의 모든 데이터는 클라이언트 컴퓨터로 다운로드할 수 있는 기능도 제공한다.

봉군 환경의 모니터링은 봉군 내외부의 여러 가지 과정에 대한 정보를 제공해 줄 수 있으며, 이러한 정보는 양봉가의 봉군관리 의사결정 과정에 영향을 미친다. Yi and Jung(2010)은 서양종꿀벌의 육아권의 온도는 외부 온도변화에 무관하게 35°C 근처에서 미세하게 조절됨을 보고하였고, 봉세가 극히 취약해 지거나 문제가 생겼을 때, 그 온도의 항상성이 유지되기 어렵다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2008; Zacepines, 2012). 육아권의 온도가 일정치 않을 경우, 노제마 등 꿀벌 애벌레는 질병에 대한 감수성이 높아진다(Winston, 1987). 또한 Ferrari *et al.* (2008)은 분봉이 일어나기 일정 시간 전에 나타나는 작은 온도의 변화(예, 분봉열)를 미리 감지하여 분봉 시기 등을 예측하거나 분봉 억제 관리를 할 수 있다고 제안하였다. 교란에 유기된 열 방출은 꿀벌 집단에서 드문 경우는 아니다. 말벌의

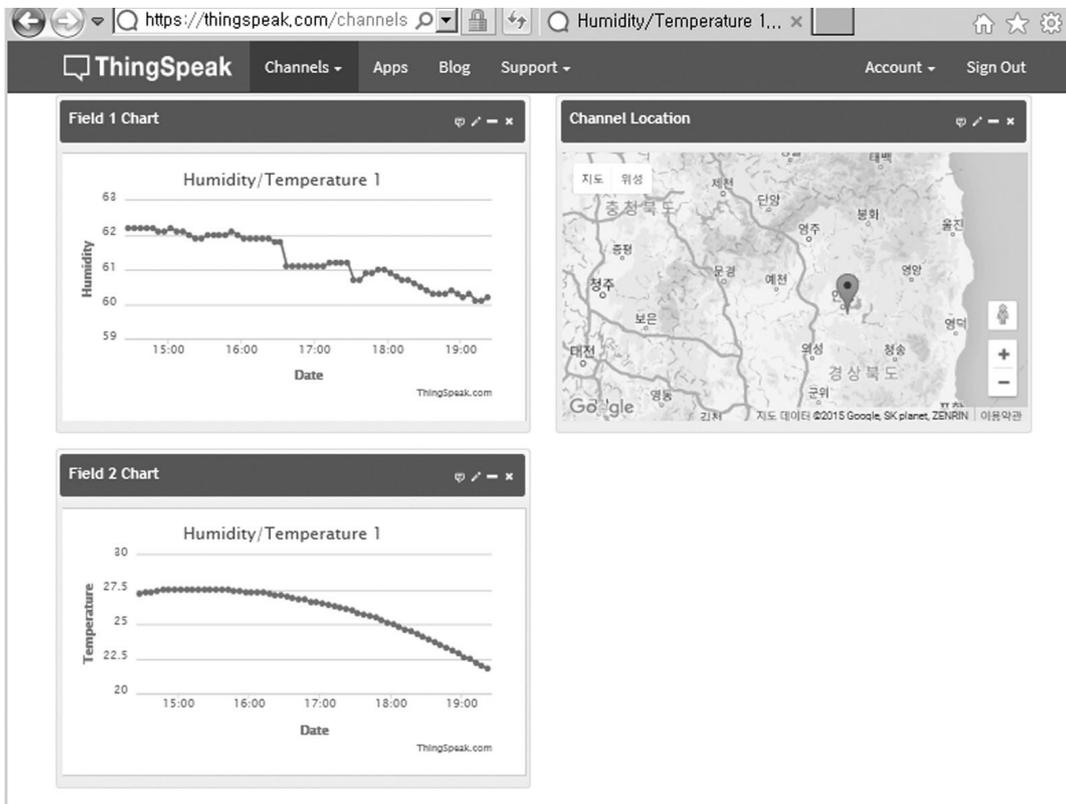


Fig. 5. Realtime data visualization on ThingSpeak.

공격에 대한 방어 행동으로 꿀벌의 집단적 날개짓이 증가할 때 역시 일시적으로 열이 발생하며, 이는 동시에 공기의 파동 크기의 변화(응향)으로 측정될 수도 있다고 제안되기도 했다(Ferrai *et al.*, 2008; Kim and Jung, 2014). 이러한 대량 학살적 포식자의 출현 등의 정보는 신속한 전달이 중요해진다. 이 연구는 봉군 내부 온도 분포를 측정하기 위한 다점센서네트워크이 개발됨에 따라(Kim and Jung, 2014), 측정된 정보를 실시간으로 사용자에게 전달할 수 있는 사물인터넷 플랫폼의 응용에 있다. 클라우드 기반인 사물인터넷 플랫폼을 이용한 무선 네트워크 모니터링 시스템의 구현과정과 결과를 보임으로써 실시간으로 시각화된 데이터를 쉽게 구현할 수 있음을 보였다. 이러한 시스템은 향후 환경 모니터링을 위한 비용과 정확성을 고려한 표본수의 결정, 자료 연결 구조의 개선, 센서의 감도 조정, 필수 정보간 공상관분석 등의 과정을 통해서 실제 양봉 현장에서 구현이 가능할 것으로 판단된다.

적 요

봉군 환경의 모니터링은 봉군 내외부의 여러 가지 과정에 대한 정보를 제공해 줄 수 있으며, 이러한 정보는 양봉가의 봉군관리 의사결정 과정에 영향을 미친다. 특히 봉군 내 온습도 환경은 봉군의 건강성은 물론 말벌 등 포식자의 출현 정보를 제공할 수 있으므로, 측정된 정보의 신속한 전달이 중요해진다. 이 연구는 다점센서네트워크를 통해 측정된 온습도 정보(Kim and Jung, 2014)의 실시간 전달을 위한 사물인터넷 플랫폼의 응용 설계이다. 클라우드 기반인 사물인터넷 플랫폼을 이용한 무선 네트워크 모니터링 시스템의 구현과정과 결과를 보임으로써 실시간으로 시각화된 데이터를 쉽게 구현할 수 있음을 보였다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 아젠다연구과제 PJ010487의

지원을 받았다. 본 연구는 농림부지원 지역곤충산업 화지원센터 R&D센터의 시설을 활용하였다.

인 용 문 헌

- AM2315 datasheet. https://www.aosong.com/asp_bin/Products/en/Am2315.pdf.
- Ferrari, S., Silva M., Guarino M., and Berckmans D. 2008. Monitoring of swarming sounds in bee hives for early detection of the swarming period. *Computers and Electronics in Agriculture* 64: 72 77.
- Kim, B. and Jung, C. 2014. Automatic environmental monitoring of honeybee hive: Prototype design. *Journal of Apiculture* 29: 187 192.
- Kviesis, A. and Zacepins, A. 2015. System architectures for real time bee colony temperature monitoring. *Procedia Computer Science* 43: 86 94.
- Kviesis, A., Zacepins, A., Durgun, M., and Tekin, S. 2015. Application of wireless sensor networks in precision apiculture. 14th International Conference on Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia. 440 445.
- Lee, M. Y., Lee, M. L., Kim, Y. S., Kang, S. W. and Lee, K. G. 2008. Temperature in honeybee colonies during summer and standardization of rearing houses in apiary. *Korean J. Apic.* 23: 7 12.
- Stabentheiner, A., Kovac H., Brodschneider R. 2010. Honeybee colony thermoregulation regulatory mechanisms and contribution of individuals in dependence on age, location and thermal Stress. *PLoS ONE* 5(1): e8967. doi :10.1371/journal.pone.0008967.
- Tautz, J. 2008. *The buzz about bees. Biology of a superorganism.* Springer 284pp.
- Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing.
- Winston, M. L. 1987. *The biology of the honey bee.* 281p. Harvard University Press.
- Yi, H. B. and Jung, C. 2010. Colony temperature regulation by the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in late summer in temperate region. *Korean Journal of Apiculture* 25: 1 7.
- Zacepins, A. 2012. Application of bee hive temperature measurements for recognition of bee colony state. *International Conference on Applied Information and Communications Technologies.* Jelgava, Latvia. 216 221.
- Zacepins, A. and Karasha, T. 2013. Application of temperature measurements for bee colony monitoring: A review. *Proceedings of the 12th International Scientific Conference.* Latvia. 126 131.