

토양센서를 이용한 흰점박이꽃무지 사육 환경 개선에 대한 연구

윤지혜, 강선경*
원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

A Study on Improvement of *Protaetia brevitarsis* Breeding Environment using Soil Sensor

Ji-Hae Yoon, Sun-Kyoung Kang*
Division of Computer Software Engineering, Wonkwang University

요약 최근 곤충산업에 대한 관심도와 필요성이 증대되고 있다. 제2의 식량으로까지 일컬어지고 있는 곤충은 다양한 분야에 그 쓰임새가 활용되어지고 있다. 이렇게 다양한 분야에서 활용되어지고 있는 곤충의 대량생산에 대한 관심도가 증가되고 있으며, 그를 위한 환경분석에 대한 연구의 필요성도 증대되고 있다. 다른 선진국의 몇몇 나라에서는 IoT를 접목시킨 자동화 사육시스템이 개발되고 있다. 하지만 수많은 종류의 곤충에 적용시키기에는 한정되어 있고, 가격이 너무 비싸 농가에 보급되어 활용되지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 농가에서 실질적으로 사용될 수 있는 최적의 시스템을 만들어 보급하기 위한 연구를 진행하였다. 약용과 식용으로 많이 사용되는 흰점박이꽃무지의 유충3기인 굽뎡이의 사육환경에 가장 큰 영향을 미치는 톱밥배지의 수분을 토양센서를 이용하여 자동으로 체크하고 그 결과를 LED를 통해 알려주는 알림서비스를 사육환경에 적용하여 최적의 사육환경을 만들고자 한다.

주제어 : IoT, 곤충, 흰점박이 꽃무지, 사육환경, 분석, 토양센서

Abstract Recently, interest and necessity for the insect industry has been increasing. Insects, which are referred to as the second food, are being used in various fields. Interest in mass production of insects has been increasing in various fields, and the need for research on environmental analysis for them is also increasing. In some countries in other developed countries, automated breeding systems have been developed that incorporate IoT. However, it is limited to be applied to many kinds of insects, and the price is so expensive that it has not been utilized in farm households. Therefore, we have carried out a study to make an optimal system that can be used practically in a farmhouse. *Protaetia brevitarsis* used for medicinal and edible purposes. It automatically checks the moisture of sawdust medium, which has the greatest influence on the environment of the slugs, which is the third larva of the grasshopper, and informs the result through the LED. It is applied to the environment to create an optimal breeding environment. I want to make it.

Key Words : IoT, Insect, *Protaetia brevitarsis*, Breeding environment, Analysis, Soil sensor

1. 서론

현재 세계 곤충산업의 규모는 2007년 약11조원이며

2020년에는 최대 약 38조원 수준으로 성장할 것으로 전망한다고 농촌진흥청이 발표하였다. 곤충은 식·의약 소재개발을 위해 세계적으로 오래전부터 경쟁을 해 온 상

*Following are results of a study on the Leaders in INdustry-university Cooperation + Project, supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea.

*Corresponding Author : Sun-Kyoung Kang(doctor10@wku.ac.kr)

Received January 25, 2017

Revised February 02, 2018

Accepted February 20, 2018

Published February 28, 2018

태이며, 제2의 식량으로 자리매김하고 있는 상황이다. 일본은 1980년대 초부터 애완용곤충시장이 형성되어 발달되었고 유럽은 화분매개 곤충 및 천적용 곤충으로 발달되었으며, 중국등 아시아지역에서는 식의약용 곤충 등이 매년 발달되어 시장규모가 점점 커지고 있다. 또한 곤충 자원의 산업화 관련 기술 개발수준은 한국, 일본, 미국이 비슷하지만 우리의 기술수준은 일본의 80%수준이며, 국가별로 기술건수는 미국359, 일본 379, 한국 314 유럽 85 등의 순서이다. 이렇게 곤충산업 기술수준은 일본이 가장 높고 그다음 미국 그리고 우리나라의 순서로 세계에서 3위를 차지할 정도의 기술 개발 수준을 가지고 있다고 평가되고 있다[1-6].

우리나라의 곤충산업은 아래 Table 1과 같이 다양한 분야에 적용되어 활용되어지고 있는 것을 알 수 있다.

Table 1. Useful insect application field

Field application	Related insects, material, area
Learning	Insect ecology hall, experience study place
Pet	Stag beetle, longevity beetle and 50 species
Potting medium	Bombus agrorum, Megachile japonica etc
Natural enemy	34 species including ladybirds and aphids
Edible	Grasshopper, pupa, brown duck, white spotted flower, larvae, longevity beetle larvae, etc.
For feed	Phoenix worm, cricket, etc.
Medicinal	White spotted flower larva, longevity beetle larvae
Local events	Hampyeong-gun, Muju-gun, Ye-chan-gun etc.

위의 Table 1에서 보는 것과 같이 다양한 분야에서 곤충이 활용되어짐에 따라 그 시장규모 또한 기하급수적으로 증가되고 있는 추세이다. 이에 따라 곤충사육에 대한 연구와 기술개발에 대한 관심도도 함께 증가되고 대량생산에 대한 기술력 확보도 필요로 하고 있다.

곤충산업에 활성화를 위한 기술력으로는 대량생산을 할 수 있는 사육시스템이다. 사육시스템은 현재 IoT의 기술의 발달로 각 나라에서 대량생산 시스템 구축이 이루어지고 있지만, 아직 보편화되고 가격이 저렴한 시스템 구축은 보급화 되고 있지 않다. 또한 수많은 곤충의 사육환경에 맞는 시스템을 보급하기에는 다소 어려움이 있어 아직까지 현재 농가에서 이루어지고 있는 곤충사육은 대부분 수동적인 사육시스템의 형태로 이루어져 있다 [7-11].

따라서 본 논문에서는 일반적으로 농가에서 사용하고

있는 수동적인 사육시스템의 어려움을 해결하기 위해 흰 점박이 꽃무지 유충인 굼벵이의 사육환경을 육안으로 체크하는 것이 아닌, 굼벵이가 자라는 톱밥의 수분 상태를 가격이 저렴한 토양센서를 이용하여 자동으로 체크하고 LED를 통해 알려주는 알림서비스를 개발하고자 한다.

2. 곤충 사육환경에 미치는 요인

일반적인 곤충의 사육환경에 영향을 미치는 요인은 아래 보여지는 Table 2와 같이 온도, 습도, 조도 등이다. Table 2에서 보여지는 것과 같이 2015년 농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과 조사 결과에 따르면 일반적인 식용곤충사육기준의 공통적인 부분을 나타내고 있다.

Table 2. General insect breeding environment standard

Factor	Standard
Temperature	23~27°C
Humidity	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breeding room: 50% or less ▪ In breeding container: 55~65% level
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Install windows to ensure good ventilation ▪ Ventilation in the breeding container must be managed
Light	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Natural light is good ▪ Artificial lighting: 16L: 8D
Type of facility	Prefabricated panels, general breeders, containers, etc.
Breeding room	Breeding room, work room, cryopreservation room

위에서 보여지는 것과 같이 일반적인 곤충사육환경의 기준에서 보면 곤충의 사육을 적정히 잘 할 수 있는 환경적인 부분을 잘 맞추어 IoT 기술을 활용하여 농가에서 좀 더 편리하게 사용할 수 있는 자동화 시스템을 만드는 것이 곤충산업을 활성화 시키는 것을 목표로 개발하고 있는 추세이다. 그리고 여러 자동화 시스템이 개발되어 있다. 하지만 이러한 개발은 실제 농가에서 사용하기에는 많은 어려움이 따르며, 초기 자본 및 시설투자비에 너무나 많은 비용이 들어가기 때문에 현재 농가에서는 거의 사용을 꺼려하고 있는 상태이다[12].

아래 보여지는 Fig. 1과 같이 실제로 식용과 약용으로 쓰이는 굼벵이는 톱밥에서 60일 동안 먹이를 먹으며 크기를 키워나가게 되는데, 이때 톱밥의 수분함량이 굼벵이의 사육에 가장 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 본 논

문에서는 식용과 약용으로 많이 사용되어지고 있는 곤충 중 하나인 흰점박이 꽃무지 유충인 굽벥기에 대한 사육 환경에 직접적인 영향을 미치는 톱밥의 수분 상태를 체크하여 유충의 사육 환경을 개선하고자 한다.



Fig. 1. White grub sawdust breeding appearance

3. 굽벥기 수분량 측정 시스템

본 논문에서는 토양센서를 이용한 굽벥기 사육 환경 개선에 대한 연구를 위하여 Fig. 2와 같이 구성하였다.

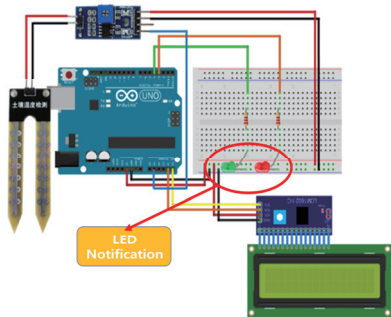


Fig. 2. White grub breeding system wiring diagram

위 Fig. 2에서 보는 것과 같이 수분측정 시스템의 구성은 토양 센서와 아두이노 우노, 디스플레이, LED를 활용한 굽벥기 사육 배선도로 이루어져 있다. 시스템에서는 토양센서를 통해 토양에 대한 수분량을 측정하여 측정 데이터를 수집한 후, 실시간으로 디스플레이에 토양이 가지고 있는 수분량을 표시해 주게 된다. 토양에 대한 수분측정 데이터가 일정 조건 이하로 내려가게 되면 LED를 작동시켜 알람이 이루어진다. 위와 같이 최적의 굽벥기 사육 환경을 이루도록 시스템을 구성하였다.

3.1 굽벥기의 사육 환경 알림서비스

본 논문에서는 굽벥기가 잘 클 수 있도록 굽벥기 사육실의 전체 습도와 온도, 조도 조절만이 아닌, 굽벥기가 직접 자라고 있는 박스안의 습도를 조절할 수 있도록 톱밥의 수분상태를 체크해 알려주는 것을 개발하고자 하는 것이다. 이는 농가에 있는 사육사들이 굽벥기를 사육함에 있어서, 적절한 사육환경을 컨트롤 할 수 있는 방법을 제공할 수 있다. 추후 이러한 사육방법을 통해 사육장치가 토양센서와 같은 다양한 센서로 인하여 원격으로 자동으로 구성되도록 할 수 있다. 사육장치를 원격을 통해 사용자가 관찰 또는 확인할 수 있도록 하며, 자동으로 구동되는 사육장치를 통해, 다수개의 사육장치를 저렴한 토양센서와 LED를 이용하여 굽벥기의 환경상태를 체크해 알려줌으로써 인원이 적은 사육자로 하여금 시간과 인건비 감량에 도움을 줄 수 있을 것이다[13].





굽벥기의 사육 환경 시스템은 유리시설, 사육실 건물로 굽벥기 등 곤충을 사육할 수 있는 시설이다. 곤충 재배 환경의 감시를 위해 토양센서, 온도센서, 습도센서의 센서부와 LED알림부, 시스템 제어부가 구비되어진다. 센서부는 일사량과 토양의 온도와 습도를 조절하는 기능과 곤충의 사육환경에 따른 조건을 측정한다. LED 알림부는 센서부로부터 감지된 신호를 LED를 통하여 사용자에게 알려준다. 시스템 제어부는 센서부와 LED 알림부로부터 입력 후 제어수단을 통하여 사육시설 내부의 환경을 제어한다. 본 연구는 센서부로부터 감지된 신호는 LED 알림부를 통하여 사용자에게 알림서비스가 이뤄지며 제어부를 통해 사육시설 내부의 환경을 제어하는 굽벥기 사육환경시설을 구성하고자 한다.

3.2 톱밥의 수분 체크 토양 센서 종류

토양센서를 이용한 굽벥기 사육 환경 개선은 효율적인 굽벥기 사육을 위해 토양 센서를 활용하여 토양 수분량을 측정한다. 토양 센서란 토양 내에 존재하는 수분량을 측정하여 이를 정수 값으로 표현하는 센서이다. 토양 내 수분을 측정하는 방식은 TDR(Time Domain Reflectometry), FDR (Frequency Domain Reflectometry)과 같이 주파수 및 파장이 돌아오는 시간에 따라 수분을 측정하는 방식과 토질의 성질을 이용하여 전류의 흐름을 측정하는 유전율 방식 등 다양한 방식이 존재한다[1]. 구체적으로 토양 센서는 시간경과에 따라 증발 및 흡수로 인한 습도의 감소 측정과 환경에 따른 최적의 토양 습도 함유량 평가

등의 기능을 보유하고 있다. 다음 Table 3은 여러 종류의 토양 센서 비교분석 표에 관한 것이다. 현재 농가에서 사육환경 시스템 도입의 가장 큰 어려움은 비용적인 부분이다. 따라서 본 논문에서는 가격도 저렴하면서 수분량 측정에도 문제가 되지 않는 FC-28 토양센서를 사용하여 개발하였다[14].

Table 3. Comparison of Soil Humidity Sensors

Soil moisture sensor	Price	Measuring range	Soil temperature	Soil humidity	Accuracy
 EC-5 VWC	US \$99.00	up to 0~100% VWC with polynomial equation	-40~50 °C	0~100%	±3% VWC, up to 8 dS/m
 10HS	US \$120.00	0~0.57 m3/m3 (0 to 57%VWC)	-40 to 50 °C	0~100%	± 0.5 from ea of 10 to 50 (VWC)
 YGC-TS	US \$109.80	0~100% RH	-50~80	100% RH	3%
 FC-28	US \$6	unknown	unknown	unknown	unknown

3.3 토양센서를 이용한 굶병이 사육 환경

본 논문에서 제안하는 토양센서를 이용한 굶병이 사육 환경 개선 시스템은 Fig. 3과 같이 아두이노 기반의 센서로 구성되었으며, 아두이노 우노와 토양 센서(FC-28), LED를 활용하였다.

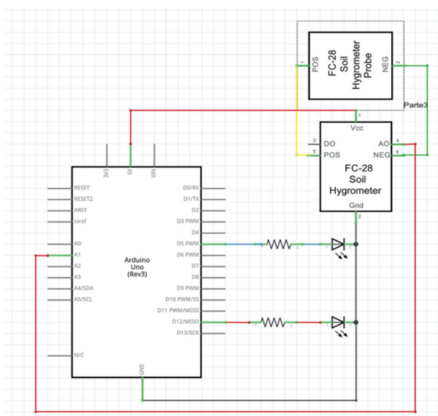


Fig. 3. White grub Breeding Environment System Circuit diagram

본 시스템에서는 토양 센서인 (FC-28)와의 인터페이스를 위하여 유선으로 아두이노와 직접 결합하는 방식을 선택하였다. 토양 센서의 기능 활성화를 위한 소프트웨어 개발을 위하여 C언어 기반의 아두이노 컴파일러 프로그램을 사용하여 Fig. 4와 같이 코딩을 진행하였다 [15-18].

```
(CODE1)
int red = 12;
int blue = 5;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(red, OUTPUT);
  pinMode(blue, OUTPUT);
}
void loop() {
  int soil = analogRead(A1);
  Serial.println(soil);
  if(soil < 60)
    digitalWrite(blue, HIGH);
  else
  {
    digitalWrite(blue, LOW);
    digitalWrite(red, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(red,LOW);
  }
  delay(500);
}
```

Fig. 4. Soil sensor program code using Arduino

4. 결론

본 논문에서는 우리나라 곤충산업의 활성화를 위해 현재 농가에서 이루어지고 있는 수동형 사육환경 시스템을 좀 더 발전시킬 수 있는 방법에 대해 연구해 보았다. 많은 분야에 활용되어지고 있는 곤충 중 식용과 약용에 사용되는 흰집박이 꽃무늬 유충인 굶병이의 사육환경에 영향을 미치는 톱밥의 수분량 측정 알람서비스를 개발하였다. 본 개발은 굶병이가 톱밥에서 사육되는 시간이 60일정도로 아주 긴 시간이며, 이때 톱밥의 수분량이 굶병이의 사육량과 밀접한 관계를 가지고 있어 토양센서를 이용하여 자동으로 수분량을 측정하고 사육사에게 알려주는 알람서비스이다. 이렇게 알려주는 서비스를 진행함으로써 굶병이의 사육량의 증가와 농가에서는 IoT를 이용한 저비용에 소득증가라는 효과를 가져올 것이라 예상되어 앞으로의 활용도는 높을 것으로 보여진다.

REFERENCES

[1] Y. J. Jeong, K. E. An & D. M. Seo. (2017). Development of A Semi-permanent Soil Humidity Sensor. *In KCSE*, 1827-1829.

[2] S. Y. Hwang, J. Y. Kim, S. H. Cho & Y. E. Choi. (2017). IoT-based Greenhouse Temperature and Humidity Control Information Providing System. *In Proceedings of KIIT Summer Conference*, 1-4.

[3] K. A. Kim, Y. M. Jeong & D. Y. Park. (2016). The Implementation of Farm Management System based on IoT. *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information*

[4] J. H. Lim, H. Y. Ahn, J. H. Jo, J. J. Yeou & Y. S. Yang. (2016). An Internet of Things (IoT) system for effective management of household earthworm-bin. *In IEK*, 2082-2084.

[5] S. T. Kim, C. D. Lim, H. B. Jung & D. W. Han. (2015). *Trend on Lightweight IoT Device Platforms. Korea Institute of Information Technology Magazine*, 13(2), 1-8.

[6] Y. S. Kim, D. S. Hong, J. L. Park, S. G. Park & S. J. Kim. (2017). Design and implementation of Effecent Insect farming System Based on IoT. *In Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology*.

[7] S. H. Lee, D. H. Shim & D. W. Lee (2016). Actual Cases of Internet of Thing on Smart City Industry. *Journal of Convergence for Information Technology*, 6(4), 65-70. DOI : 10.22156/cs4smb.2016.6.4.065

[8] T. S. Ki & S. H. Lee (2017). A Prediction Scheme for Power Apparatus using Artificial Neural Networks. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(6), 201-207.

[9] Ch. B. Roh & W. Sh. Na. (2013). Acceleration sensor, and embedded system using location-aware. *Journal of Convergence for Information Technology*, 3(2), 51-56.

[10] B. Ch. Chung & W. Sh. Na. (2016). A Study on the Smart Fire Detection System using the Wireless Communication. *Journal of Convergence for Information Technology*, 6(3), 37-41. DOI : 10.22156/cs4smb.2016.6.3.037

[11] M. G. Cho. (2017). A Study on Remote Cultivation Consignment System for Hobby using LED Plant Factory. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(1), 49-54. DOI : 10.22156/cs4smb.2017.7.1.049

[12] W. H. Jung, I. H. Jang, Y. R. N. Kwack, C. H. Chun &

Y. C. Choe. (2015). The Utilization of Environmental and Growth Data in Greenhouse based on ICT Convergence Hybrid Environmental Control. *Horticulture Abstracts*, 244-245.

[13] U. H. Yeo, I. B. Lee, K. S. K, T. H. Ha, S. J. Park, R. W. Kim & S. Y. Lee. (2016). Analysis of Research Trend and Core TechnologiesBased on ICT to Materialize Smart-farm. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 25(1), 30-41. DOI : 10.12791/ksbec.2016.25.1.30

[14] B. S. Kim & C. E. Jung. (2015). Design and Implementation of Cloud Based Realtime Temperature and Humidity Monitoring System of Honey Bee Colony. *Journal of Apiculture*, 30(4), 263-267. DOI : 10.17519/apiculture.2015.11.30.4.263

[15] W. Y. In, H. M. Chang, C. H. Huynh & W. C. Lee. (2015). *Plant Factory Monitering System Using Arduino Hardware Platform*. KICS. <https://www.kics.or.kr/home/kor/>

[16] D. E. Kim, Y. S. Chang, J. G. Kim, H. H. Kim, D. H. Lee & J. T. Chang. (2006). Environmental Control of Plant Production Factory Using Programmable Logic Controller and Computer. *Journal of Bio-Environment Control*, 15(1), 1-7.

[17] E. J. Lee, K. I. Lee, H. S. Kim & B. S. Kang. (2010). Development of Agriculture Environment Monitoring System Using Integrated Sensor Module. *Jpurnal of The Korea Contents Association*, 10(2), 63-71. DOI : 10.5392/jkca.2010.10.2.063

[18] D. S. Ko & H. S. Park. (2011). The Study for Design of Growth Environment Monitoring System of Vertical Farm. *Proceedings of KIIT Summer Conference*, 372-375.

윤 지 해(Yoon, Ji Hae)

[학생회원]



- 2017년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학(공학사)
- 관심분야 : 빅데이터, 영상처리, 어플리케이션
- E-Mail : on0927@naver.com

강 선 경(Kang, Sun Kyoung)

[정회원]



- 2010년 : 원광대학교 컴퓨터공학과 박사
- 2016년 : (주)좋은정보기술 연구소장
- 2017년 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 조교수
- 관심분야 : 멀티미디어 시스템 및 응용, 빅데이터, 영상처리, 가상현실
- E-Mail : doctor10@wku.ac.kr