

인공부화기의 실시간 증량감지를 위한 로드셀을 이용한 시스템 연구

정진형, 김애경, 이상식*

Study of system using load cell for real time weight sensing of artificial incubator

Jin-hyoung jeong, Ae-kyung Kim, Sang-Sik Lee*

요 약 인공부화기 내에 종란이 입란하여 18일간 발생기를 거쳐 발육기로 이란을 한다. 발생기 동안 계태아 무게 손실은 곧 기실 형성과 상관되며 적당한 기실 형성은 곧 건강한 초생추와 입란 대비 부화율과도 연결된다. 그러나 국내 부화장의 부화기에는 현재 무게를 측정하는 장치 없이 부화실장과 관계자의 경험과 발육기로 이란시 표준 무게 측정으로 결과적 측면을 습득하는 것이 현실이다. 그로 인하여 부화 중 조기 폐사, 약추, 병약한 초생추 발생이 빈번한 실정이다. 종란 증량 감소를 모니터링하는 것은 발육장치기 안에서의 무게 변화에 따른 병아리 품질과 부화율 성과를 얻는 데에 절대적으로 중요하다. 종란의 크기와 난각질, 노계 군에 따라 수분 손실은 각기 다르다. 발육기 안에서 무게 변화를 실시간 측정하고 그에 따른 환기 변화를 최적화하여 부화율의 증가를 기대할 수 있으며 부화 시 전체 무게의 10~13% 감소를 컨트롤할 수 있는 실시간 측정 시스템의 개발 필요성이 대두된다. 본 연구를 통한 시스템은 기존의 입란과 이란시 직접적으로 일회성을 체크하는 방식으로 발육 기간 내에는 계태아 수분 증발 측정 제어가 불가능하여 부화율에 영향을 못 미치는 시스템과 달리 아두이노 스케치 보드에 로드셀 4개를 병렬로 연결하고 실시간으로 휴대폰, 컴퓨터를 연결하기 위해 Hyper-terminal 프로그램을 이용하여 AT-command 명령어를 활용하여 정상적으로 연동하였다. 블루투스의 통신 속도는 15200으로 설정하여 아두이노와 Hyper-terminal 프로그램의 통신 속도를 맞춰주었다. 실시간 모니터링을 하여 인공부화기 내의 계태아 무게의 변화를 육안으로 확인할 수 있도록 시스템을 설계하였다. 이와 같은 방법으로 종란의 부화율 상승 및 건강 상태의 향상을 목표로 하였으며 실시간 모니터링으로 인하여 사용자의 편의성을 확대하고자 하였다.

Abstract The eggs are incubated for 18 days through the generator and incubated in the developing incubator. During the developmental period, the weight loss of the fetus is correlated with the ventricular formation, and the proper ventricular formation is also associated with the healthy embryonic hatching and the egg hatching rate. However, in the incubator period of the domestic hatchery, it is a reality to acquire the resultant side by the Iranian standard weight measurement with the experience of the hatchery and the person concerned and the development period without the apparatus for measuring the present weight. As a result, prevalence of early mortality, hunger and illness during hatching are frequent. Monitoring the reduction of weaning weight is crucial to obtaining chick quality and hatching performance with weight changes within the development machine. Water loss is different depending on the size of eggs, egg shell, and elder group. We can expect to increase the hatching rate by measuring the weight change in real time and optimizing the ventilation change accordingly. There is a need to develop a real-time measurement system that can control 10 to 13% reduction of the total weight during hatching. The system through this study is a way to check the one - time directly when moving the existing egg, and it is impossible to control the measurement of the fetal water evaporation within the development period. Unlike systems that do not affect the hatching rate, four load cells are connected in parallel on the Arduino sketch board and the AT-command command is used to connect the mobile phone and computer in real time. The communication speed of Bluetooth was set to 15200 to match the communication speed of Arduino and Hyper-terminal program. The real - time monitoring system was designed to visually check the change of the weight of the fetus in the artificial incubator. In this way, we aimed to improve the hatching rate and health condition of the hatching eggs.

Key Words : weight sensing, artificial incubator, load cell, egg, weight loss

This research was financially supported by the Ministry of SMEs and startups(MSS), Korea, under the "Regional Specialized Industry Development Program(C05020810100467510)" supervised by the Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT).

*Corresponding Author : Department of biomedical engineering, Catholic kwandong University (lsskyj@cku.ac.kr)

Received December 13, 2017

Revised April 12, 2018

Accepted April 17, 2018

1. 서론

인공부화기 내 종란이 입란하여 18일간 발생기를 거쳐 발육기로 이란을 한다. 발생기 동안 계태아 무게 손실은 곧 기실 형성과 상관되며 적당한 기실 형성은 곧 건강한 초생추와 입란 대비 부화율과도 연결된다. 그러나 국내 부화장의 부화기에는 현재 무게를 측정하는 장치 없이 부화실장과 관계자의 경험과 발육기로 이란시 표준 무게 측정으로 결과적 측면을 습득하는 것이 현실이다. 그로 인하여 부화 중 조기 폐사, 약추, 병약한 초생추 발생이 빈번한 실정이다. 종란 중량 감소를 실시간으로 모니터링하는 것은 우수하고 일관된 병아리 품질과 부화율 성과를 얻는 데에 절대적으로 매우 중요하다.

“산소는 손실되는 수분량에 비례해서 난각기공을 통해 종란 속으로 들어오므로 수분이 과도하게 종란 내에 남아있게 되면 공급되는 산소량이 줄어 발육배자는 질식하게 된다.

수분이 너무 많거나 적으면 초기 폐사율이 증가하고 발생이 늦어지며 초생추는 너무 커지고 약해진다. 반대로 상대습도가 너무 낮으면 배자가 생산하는 물보다 더 빨리 신진대사 수분이 종란에서 손실되는데 이 수분은 주로 난황과 난백에서 온 것으로 초기배자 폐사율이 증가하고 발생이 빨라지며 초생추는 작고 약해진다.”

상기 내용은 계태아의 발생 중 수분손실량 체크와 습도 조절을 통해 부화율 상승, 초생추의 건강상태 개선이 가능함을 말하고 있다.

기존 종계장에서는 부화장으로 이동한 종란을 부화기에 입란하기 직전과 18일간 발육 후에 계태아 무게를 측정함으로써 발생기 동안 최적의 기실 컨트롤이 불가능한 실정이다.

발육기 안에서 무게 변화를 실시간 측정하고 그에 따른 환기 변화를 최적화하여 습도를 조절, 부화율의 증가를 기대할 수 있으며 부화 시 전체 무게의 10~13% 감소를 컨트롤할 수 있는 실시간 측정 시스템의 개발 필요성이 대두된다. 다음 표1은 발육기내 상대습도가 난중 손실율, 말기배자 폐사율과 수정란의 부화율에 미치는 영향에 관한 표이다.

1. 가 ,

Table 1. Effects of Relative Humidity on Growth Rate, End Loss Rate and Embryo Hatching Rate :

(%)	18 (%)	(%)	(%)
59	8.33	3.76	90.24
54	10.95	2.13	91.89
52	12.34	2.68	91.59

기존 시스템의 경우는 입란과 이란시 직접적으로 일회성을 체크하는 방식으로 발육 기간 내에는 계태아 수분 증발 측정 제어가 불가능하여 부화율에 영향을 못 미친다. 연구중인 본 시스템은 로드셀을 이용하여 계태아의 실시간으로 중량 센싱과 모니터링이 가능도록 설계를 하였으며 이에 부화율과 생산지수 상승이 가능할 것이다.

본 연구는 아두이노와 로드셀을 이용하여 부화기 내 계태아의 무게를 실시간으로 측정하는 시스템으로 기존 시스템과는 다른 방식으로 판을 올린 시점부터 실시간으로 휴대폰, 컴퓨터 등으로 편리하게 항시 무게의 변화를 감지하고 모니터링을 할 수 있으며, 사용자의 편리성, 종란의 부화율 상승 및 건강 상태를 향상시킬 수 있는 것을 목표로 하였다.

2. 본론

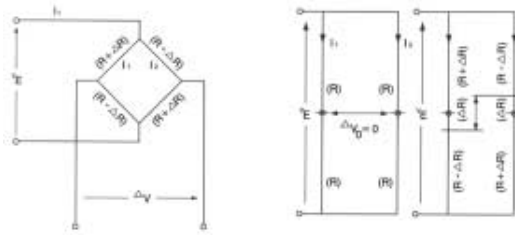
2.1 재료 및 방법

2.1.1

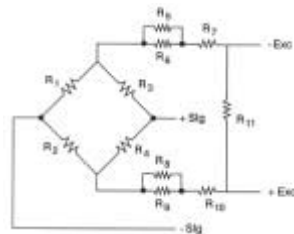
로드셀(Load Cell)은 힘이나 하중등의 물리량을 전기적 신호로 변환시켜 힘이나 하중을 측정하는 하중감지센서(Transducer)이다. 물리체는 힘이나 하중에 의하여 이에 비례하는 변형이 발생하며 단위길이당 발생하는 변형량을 변형률(Strain)이라고 한다. 이때 발생하는 변형률은 힘이나 하중의 크기에 직선적으로 변화하는 특징을 가지고 있다.

로드셀은 힘이나 하중에 대하여 구조적으로 안전된 변형을 발생시키는 탄성 변형체(Elastic Strain Member)의 수감부에서 발생하는 물리적 변형률 스

트레인 게이지를 이용하여 전기저항 변화로 변환시키고 Wheatstone Bridge라는 전기신호로 구성하여 정밀한 전기적 신호로 변환시키는 원리를 가지고 이루어져 있다.



1.
Fig. 1. Wheatstone Bridge

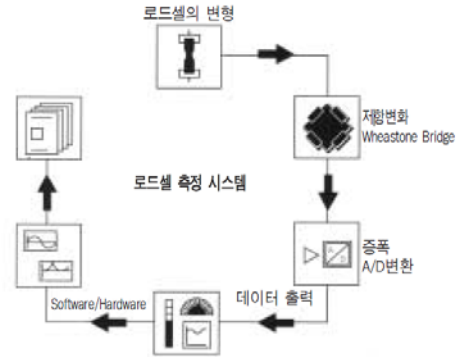


2.
Fig. 2. Typical load cell schematic

로드셀에 하중이 작용하여 변형률이 발생한 경우 스트레인 게이지의 저항변화량 Wheatstone Bridge에 의해서 전압 변화량의 값으로 환산하여 나타난다. 아래 식 1으로 이와 같은 관계를 나타낼수 있다.

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1 + R_4} - \frac{\Delta R_2}{R_2 + R_3} \right) \quad (1)$$

로드셀의 작동원리는 아래 그림 2와 같다.



3.
Fig. 3. How the load cell works

2.1.2

아두이노란 마이크로컨트롤러를 사용하여 만들어진 개발보드이다. 단순로봇, 온도계, 습도계, 조명제어, 모터제어, 스마트 홈 등 제어장치들을 쉽고 간단하게 개발할 수 있는 환경을 갖추고 있는 것이 특징이다. 아두이노는 회로가 오픈소스로 공개되어 있기 때문에 누구나도 보드를 만들 수 있어서 현재 가격이 저렴한 아두이노 호환보드가 시중에 다수 존재한다. 본 연구에서 사용된 아두이노 우노의 스펙은 아래 표 2와 같다.

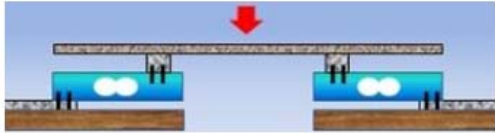
2.
Table 2. Specification of Adunono

	ATmega328
	7V~12V
	5V
	14
	6
	32KB
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
	16MHz

2.1.3

본 연구를 통해 개발한 시스템 그림 4는 아두이노와 로드셀을 연결하는 방법으로 HX711증폭엠프와 4선식 로드셀을 각각 납땜 후 연결하였다. 로드셀을 위

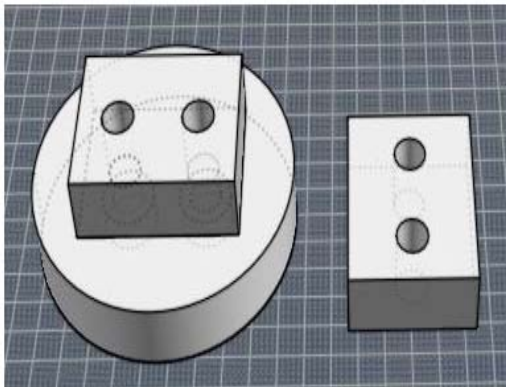
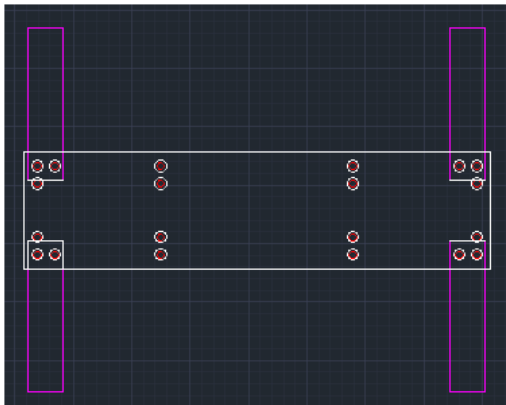
에 판지를 두어 판지위에 무게를 측정할 물체를 올린 후 로드셀 중심부에 위치한 센서가 기울기에 의해 생긴 압력으로 무게를 측정하는 원리이다. 이를 통해 측정된 무게의 값은 아두이노를 통해 확인이 가능하고 동시에 실시간으로 중량 변화를 확인할 수 있다.



4.
Fig. 4. How to measure the weight of the developed system

2.1.4

본 연구의 실시간 중량감지 시스템은 그림 5와 같이 Auto CAD를 사용하여 설계를 하였다. 설계를 한 후 철의 재질을 사용하여 가공 제작하였다.



5.
Fig. 5. blueprint



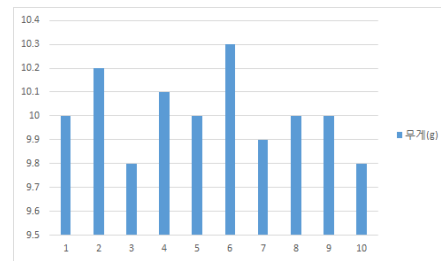
6. 가
Fig. 6. Production

3. 결과 및 고찰

4선식 로드셀과 HX711을 연결한 후 정상적인 시스템의 작동 여부를 판단하기 위하여 아두이노와 로드셀을 연결하였다. 그림 7은 로드셀과 아두이노보드를 연결한 시스템 완성사진이다. 작은 중량도 측정이 되는지 확인을 위하여 수정판 1개의 무게를 측정하고 그림 8과 같이 Serial-monitor로 측정값이 확인되었다.



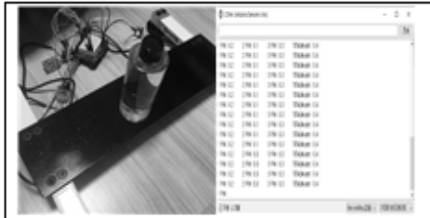
7.
Fig. 7. System Photo



8.
Fig. 8. Sample measurement results for error

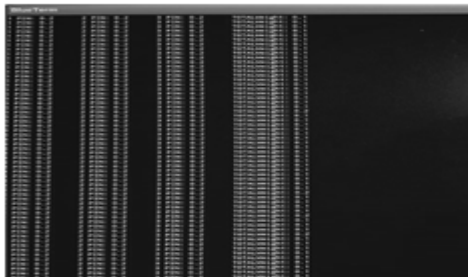
아두이노 스케치 보드에 로드셀 4개 병렬연결을 하고 모바일과 아두이노 연결하기 위하여 Hyper-terminal 프로그램을 이용하여 AT-command 명령어를 활용하여 정상적으로 연동하였다. 블루투스의 통신속도는 기존 (9600)과 다르게 115200로 조정하였다. 이는 아두이노와 Hyper-terminal이 통신 속도를 맞추어 주기 위한 것이다.

완성된 시스템에 중량감지센서를 이용하여 물체 값을 측정하고 컴퓨터와 모바일을 이용하여 실시간으로 측정값을 확인하였다.



9. Fig. 9. Computer monitoring of real-time weighing results

위와 같은 방법으로 컴퓨터에서의 모니터링이 아닌 모바일에서도 측정값을 확인 할 수 있었다.



10. Fig. 10. Mobile monitoring of real-time weighing results

로드셀과 아두이노를 이용하여 실시간으로 물체의 무게 변화를 모니터링을 할 수 있는 시스템을 개발한 결과 중량감지센서로 민감한 무게변화까지 감지가 가능하였다.

이와 같은 방법으로 총 10회를 측정을 하였다. 측정한 결과 평균 10.01g이었으며, 오차 범위는 0.047로 나타났다.(표 3) 측정한 값은 블루투스를 통하여

공간에 제한을 받지 않은 상태에서 모바일과 컴퓨터로 동일한 값을 측정값으로 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

3. Table 3. Mean, standard deviation, error value

10.01	0.151	0.047
-------	-------	-------

4. 결론

인공부화기 내에 종란이 입란하여 18일간 발생기를 거쳐 발육기로 이란을 한다. 발생기 동안 계태아 무게 손실은 곧 기실 형성과 상관되며 적당한 기실 형성은 곧 건강한 초생추와 입란 대비 부화율과도 연결된다. 국내 부화기에는 현재 무게 측정하는 장치 없이 부화실장과 관계자의 경험과 발육기로 이란시 표준 무게 측정으로 결과적 측면을 습득하는 것이 사실이며 그로 인하여 부화 중 조기 폐사, 약추, 병약한 초생추 발생이 빈번하다. 종란 중량 감소를 모니터링하는 것은 우수하고 일관된 병아리 품질과 부화율 성과를 얻는 데에 절대적으로 매우 중요하다.

기존 시스템의 경우 입란과 이란 시 직접적으로 일회성을 체크하는 방식으로 발육 기간 내에는 계태아 수분 증발 측정 제어가 불가능하여 부화율에 영향을 미치지 못하였다. 그러나 본 연구를 통해 개발된 시스템은 로드셀을 이용하여 계태아의 실시간 중량 센싱과 모니터링이 가능하였다. 이에 부화율과 생산지수 상승이 가능하다고 생각한다.

본 시스템은 아두이노 스케치 보드에 Load cell 4개 병렬연결을 하고 휴대폰과 아두이노를 연결하기 위해 Hyper-terminal 프로그램을 이용하여 AT-command 명령어를 활용하여 정상적으로 연동하였다. 블루투스의 통신속도는 15200으로 설정하였고 이는 아두이노와 Hyper-terminal의 통신 속도를 맞추어 주기 위함이었다. 완성된 제품 위에 물체를 올린 뒤 실험한 결과 모바일과 컴퓨터에 정상적으로 값이 나오는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같은 방법으로 총 10회를 측정을 하였다. 측정한 결과 평균 10.01g이었으며, 오차 범위는 0.047

로 나타났다. 측정값은 블루투스를 통하여 공간에 제한을 받지 않은 상태에서 모바일과 컴퓨터는 동일한 값으로 측정값을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해 종란 중량 감소를 실시간으로 모니터링하는 것은 우수한 방법으로 일관된 병아리 품질과 부화율 성과를 얻는 데에 효과적이라고 생각한다. 이를 통해 사용자의 편리성뿐 아니라 종란의 부화율의 상승 및 건강 상태를 향상시킬 수 있도록 도와주는 시스템으로 기존 부화장 관련 설비 및 축산 시장의 수익 증가를 기대할 수 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Tohru Kitagawa, Sadao Ohyoshi, Yasuh iro Ushijima 'Load cell weighing apparatus', US4726435 A, 1986.
- [2] Keith Reichow, Bill Zimmerman 'Load cell assemblies for off-center loads and associated methods of use and manufacture', US 9726535 B2, 2017.
- [3] Hamid Hussain Hadwan, Y. P. Reddy, 'Smart Home Control by using Raspberry Pi & Arduino UNO', No 1919-1925.
- [4] Arduino UNO Product Manual.
- [5] Kim Baraka, Marc Ghobril, Sami Malek, Rouwaida Kanj, Ayman Kayssi, "Low cost Arduino/Android-based Energy-Efficient Home Automation System with Smart Task Scheduling", Fifth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, Department of Electrical and Computer Engineering, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, 2013.
- [6] Bin Dai, Rung-Ching Chen, Wei-Bin Yang, 'Using Arduino to Develop a Bluetooth Electronic Scale for Water Intake', No 16248577, 2016.
- [7] FB155BC bluetooth Product Manual.
- [8] Dennis Sullivan, 'Design of remote control of home appliances via Bluetooth and Android smart phones' No.17062677, 2017.
- [9] Choi, Yeom-Soon, et al. "Comparison of carcass and meat quality characteristics between Korean native black pigs and commercial crossbred pigs." Korean Journal for Food Science of Animal Resources 25.3 (2005): 322-327.

(Jin-Hyung Jeong) []



- 2012 2 : 가 ()
- 2014 2 : 가 ()
- : 가

< > , ,

(Ae-kyung Kim) []



- 1990.04 2005.03
- 2006.05 2013.04
- 2014
- 2016.02 가

< > IT , ,

(Sang-Sik Lee) []



- 1993-2000 LG ()
- 1996-2000
- 2001-2004 ()
- 2004-2010
- 2011- 가

< > , u-Health,