

고단 직립식 케이지 내의 산란계 생육 원격감시용 무선제어시스템 개발

Development of a Wireless Control System for Remote Monitoring System of Layer Reared in Multi-Tier Layer Battery

임송수* 장동일* 이승주*
정회원 정회원 정회원
S. S. Lim D. I. Chang S. J. Lee

1. 서론

최근 한국의 식생활 변화로 인하여 계란의 소비량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 이로 인해 단위면적당 사육수수를 높여서 생산량을 증가시키고자 직립식 케이지의 높이를 8단까지 높이는 시설들이 많이 증가하게 되었다. 그러나 4단 이상의 고단 직립식 케이지의 경우 산란계 생육의 육안 관찰이 어려워 사다리와 같은 도구를 사용하여야 한다. 이러한 방법은 번거롭고 많은 노동력과 시간을 요하기 때문에 주기적인 관찰이 어려운 실정이다. 또한 질병감시를 위한 관리자의 잦은 출입은 외부로부터의 질병확산을 초래할 수도 있다.

유선제어시스템의 경우 산란계사 길이가 약 100 m가 넘어 설치가 어렵고, 계사내의 악취가스, 먼지, 설치류 등에 의하여 Cable이 부식되거나 단락되는 등의 문제점을 가지고 있다. 또한 문제가 발생하였을 때 문제가 되는 부분을 찾고 해결하는 부분에 있어서 많은 노력과 시간을 필요로 한다.

이에 본 연구에서는 육안관찰이 어려운 4단 이상의 산란계 케이지를 영상처리를 이용하여 감시할 수 있고, 무선통신기술을 활용하여 시스템을 제어할 수 있는 산란계 생육 감시용 무선제어 시스템을 개발하고자 하였다. 본 연구의 목적은 다음과 같다.

1. 기존에 개발된 유선 LAN을 이용한 산란계 유선 원격감시시스템을 설계 변경하여 무선 AP을 이용한 산란계 무선 원격감시시스템을 개발한다.
2. 개발된 무선 원격감시시스템과 유선 원격감시시스템과의 감시성능 비교분석실험을 실시하고, 무선 원격감시시스템의 성능을 구명한다.

2. 재료 및 방법

가. 기존 유선 원격감시시스템

정 (2005)은 기계시각을 이용하여 직립식 산란계 케이지 내의 병계 및 폐사계를 원격으로 자동 판정할 수 있는 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같고, 시스템의 외형은 Fig. 2와 같다.

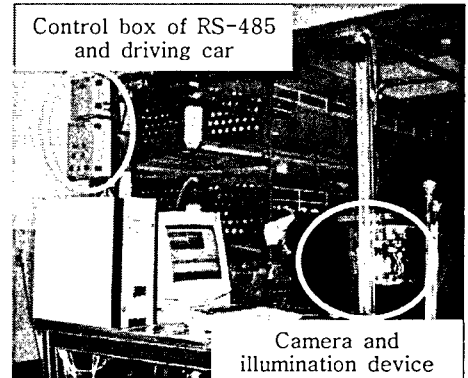
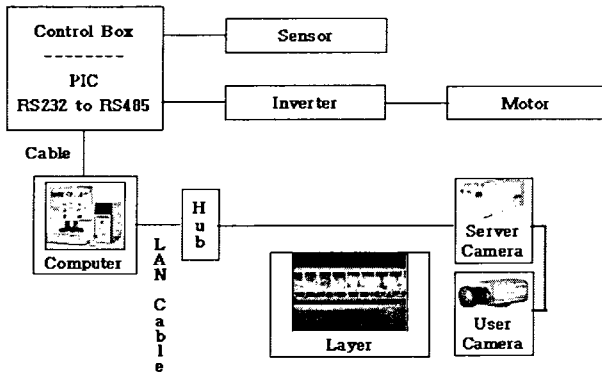


Fig. 1. Schematic of wired monitoring system.

Fig. 2. A view of experimental device.

Fig. 1과 Fig. 2의 구동부와 제어시스템과의 통신은 RS-485 통신을 활용하였고, 구동부를 원격으로 제어하기 위하여 구동부의 Control Box에 PIC(Priority Interrupt Controller)를 이용한 RS-485통신시스템을 제작하였다. 구동부의 위치제어를 위한 시작위치와 종료위치 그리고 케이지의 한 칸 한 칸을 이동 할 때의 발생신호는 Control Box의 PIC를 통해 RS-485통신을 통하여 제어컴퓨터로 신호를 전송하게 된다. 그리고 RS-485 to RS-232 모듈을 통해 제어컴퓨터와 통신을 할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

나. 무선 원격감시시스템의 개발

이 시스템은 1)무선 AP(Access Point) 2)PLC(Programmable Logic Controller) 3)RS-485 to RS-232 Converter 4)RS-232 to Ethernet Converter, 5) 감시시스템의 S/W로 구성되었으며 (Fig. 3), 특히 RS-485 to RS-232 Converter와 RS-232 to Ethernet Converter의 세부내용은 Table 1과 같다.

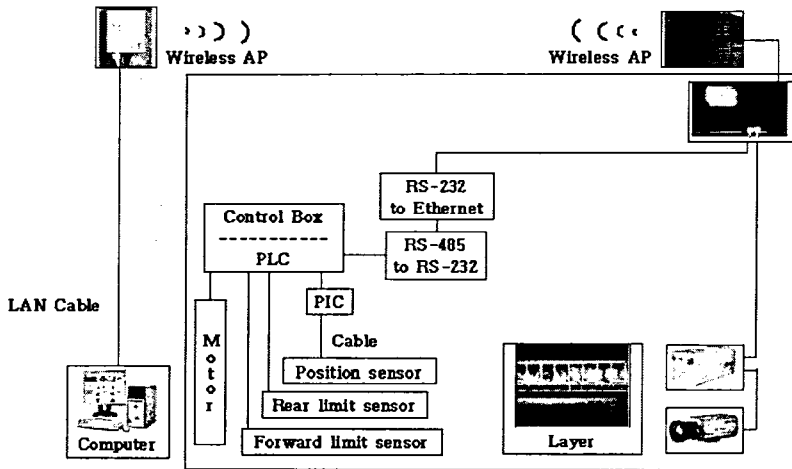


Fig. 3. Connection schematic of wireless monitoring system.

Table 1 Specifications of the RS-485 to RS-232 Converter and the RS-232 to Ethernet Converter

Item	Specifications	
RS-485 to RS-232 Converter	Model	CS-428/9
	Communication form	Asynchrony Serial Communication
	Max. data rate	115.2 kB/s
	Max. cable length	1.2 km
RS-232 to Ethernet Converter	Protocol	TCP/IP
	Network port	IEEE 802.3, IEEE 802.3u
	Interface	10/100 BASE-T standard
	Power requirements	10 to 30 V (DC)

다. 개발된 무선 원격감시시스템과 기존 유선 원격감시시스템의 비교

본 연구에서 개발된 무선제어시스템의 변경 및 추가된 부분을 기존의 유선제어시스템과 비교해보면, 1) RS-485통신을 영상전송방식과 같은 Wireless Ethernet으로 변경하여 통신방식을 하나로 통일하였다. 2) 컨트롤 박스의 제어부는 PLC방식으로 변경하였으며, 구체적 내용은 Table 2와 같다.

라. 무선 원격감시시스템의 성능실험

무선 원격감시시스템의 성능실험은 1)실험계사에서 기존 유선 원격감시시스템과의 성능비교 실험을 실시하였고, 2)실체계사에서 방해요인(거리, 기계장치 등)이 개발된 무선 원격감시시스템에 미치는 영향에 대한 실험을 평가하였는데, 구체적인 내용은 Table 3과 같다.

Table 2 Comparison of wireless monitoring system and wire monitoring system

Item	Specifications	
	Wired monitoring system	Wireless monitoring system
Control box	PIC control	PLC control
Communication for image transmission	Wired Ethernet TCP/IP protocol	Wireless Ethernet TCP/IP protocol
Communication for driving car control	RS-485	Wireless Ethernet TCP/IP protocol
Location control sensor	Magnetic sensor	Control trigger
Sensor recognition method	Control program to PIC	Control program to PLC and to PIC
Algorithm of control program	Real-time image processing	Lump image processing

Table 3 Test method in the experimental layer house and practical layer house

Layer house	Contents of test	Test methods
Experimental layer house	Measurement of image transmission speed	Moved with 0.13 m/s
	Measurement of optimum driving speed	Measurement for 40~60 Hz per 5 Hz
	Measurement of optimum sensing period of control trigger	Measurement time : 2, 1.5, 0.8, 0.6 and 0.4 s
	Judgement for normal layer and sick and dead layer	Monitoring of layer reared in normal cage and abnormal cage
Layer house of farm	Measurement of transmission speed by distance	Measurement to 70 m by every 1 m
	Measurement of accuracy of data acquisition of cages by distance	Moved with 0.13 m/s

3. 결과 및 고찰

가. 무선 원격감시시스템의 구성과 실험산란계사내 성능실험 결과

기존에 개발된 유선 LAN을 이용한 산란계 유선 원격감시시스템을 설계 변경하여 무선 AP을 이용한 산란계 무선 원격감시시스템을 상기한 시스템을 이용하여 설계·제작하였다. Fig. 4는 개발한 무선 원격감시시스템의 사진이며, 실험계사내에서의 실험 사진이다.

실험계사 내에서의 첫 번째 실험인 영상전송속도의 실험을 실시한 결과는 Fig. 5와 같이 나타났다. 실험결과 카메라의 이동 중 영상속도는 637~760 Kbps 로 나타났다. 이러한 결과는 정지

중인 영상의 평균 전송속도인 120~360 kbps를 크게 웃도는 결과 값으로, 이는 이동중인 영상이 정지중인 영상보다 영상데이터가 커서 나타났다고 사료된다.



Fig. 4. A view of experimental device.

두 번째로 변경된 통신방식과 센서를 사용하여 위치판단에 대한 성능실험을 실시한 실험의 결과는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 나타났으며, 구동부의 이동속도(Hz)가 낮아질수록 실험에

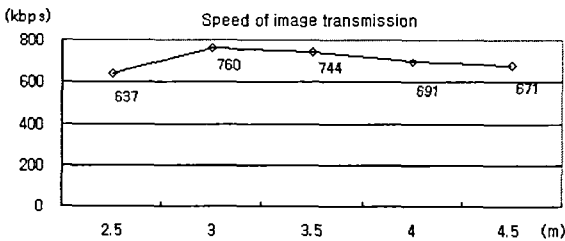


Fig. 5. Image transmission speed in test.

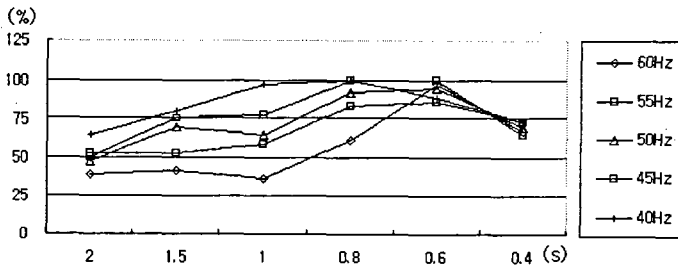


Fig. 6. Location decision efficiency.

사용된 4칸의 케이지를 인식하는 성공률이 높아졌다. 그러나 구동부의 위치판단을 위한 제어프로그램과 PLC와의 통신 주기가 짧아질수록 통신으로 인한 과부하가 빈번하게 발생하였으며, 그로 인하여 영상전송 지연 및 통신장애 등의 문제가 발생 하였다. 센서감지를 위한 통신

주기가 0.8 초 이하 부터는 오히려 4칸의 케이지를 인식하지 못하고 그 성능이 점차 하락되는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 Fig. 7은 한 칸의 케이지를 두 칸의 케이지로 오판하는 정도를 나타내는 그래프로 구동부의 속도가 낮아질수록, 통신주기가 짧아질수록 오판율이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 문제점은

센서가 반응을 하는 시간 보다 제어컴퓨터가 위치판단을 위해 센서를 체크하는 통신주기가 짧은 때문이다. 이러한 문제점은 PLC와 위치제어를 위한 센서사이에 PIC보드를 설치하고 제어프로그램을 수정하여 해결하였다. 이로 인해 과다의 통신으로 인해 발생하는 시스템의 과부하를 줄일 수 있었다. 세 번째로 실시한 정상산란계 케이지 및 병·폐사계가 있는 케이지에 대한 판정실험의 결과는 Table 4와 같았으며, 정상산란계 케이지에 대한 판정결과는 82.3%의 판정정

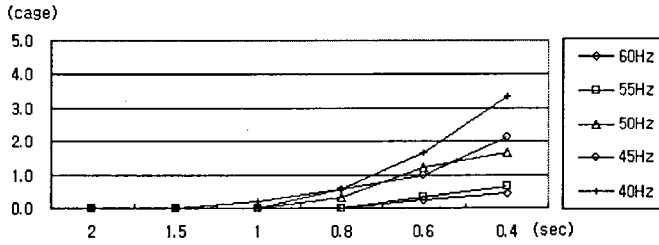


Fig. 7. Ratio that two images acquires in one cage.

정해놓은 RGB값의 범위에 포함되는 케이지의 벽면을 산란계로 판정한 것으로 사료되고 그때의 오판율은 2.3%이었다. 그리고 산란을 위한 산란계의 얇은 자세, 급이 중 음수 및 자리차지를 위한 움직임, 이동후의 비정상적인 자세로 해서 각각 7.2%, 2.8%, 5.4%의 오판이 발생하였다.

병·폐사계가 있는 케이지에 대한 영상처리시스템의 성능실험 결과는 87.5%의 판정정확도와 12.5%의 오판을 나타냈다. 이때의 오판원인을 분석해보면 무선통신의 traffic으로 인한 영상 획득의 지연으로 인하여 2.7%의 오판이 발생되었고, 폐사계가 다른 닭들에 의하여 밀치게 되어 카메라와 케이지의 전면부에 근접하게 되는 경우 산란계에 비치는 조도가 상대적으로 높아져 5.6%의 오판을 하게 되었다. 또한 카메라가 감시할 수 없는 촬영 각도 내에 위치한 경우로 4.2%의 오판을 하였다.

이상의 결과는 앞서 연구된 유선에 의한 산란계감시시스템의 성능실험에서 나타난 정상산란계케이지 86%, 비정상산란계케이지 89%보다 약간 낮은 결과이다. 이러한 결과는 실험당시의 환경과 산란계의 주령 등의 차이가 있음을 감안한다면 무선 감시시스템의 통신상의 성능은 유선 감시시스템과 차이가 없음을 이상의 실험결과에 의하여 확인할 수 있었다.

Table 4 Performance experiment of image processing system for cage without and with abnormal layers

Layer condition in cage	Judgement success ratio (%)	Misjudgement ratio (%)	
Cage without abnormal layers	82.3	Position error captured image	2.3
		Laying	7.2
		Moving	2.8
		Unstable posture	5.4
Cage without abnormal layers	87.5	Position error captured image	2.7
		Area in front of cage	5.6
		Blind spot	4.2

나. 실제산란계사내 성능실험 결과

개발된 무선 원격감시시스템을 이용하여 환풍기, 급이기 및 계분벨트를 작동시킨 후 카메라와 무선 AP를 5단 3열 70 m의 산란계사내에서 영상감시시스템을 이동시키며 1 m 간격으로 영상의 전송속도를 측정하였다. Fig. 8의 영상 전송속도는 700~900 kbps의 범위 내에서 변화를

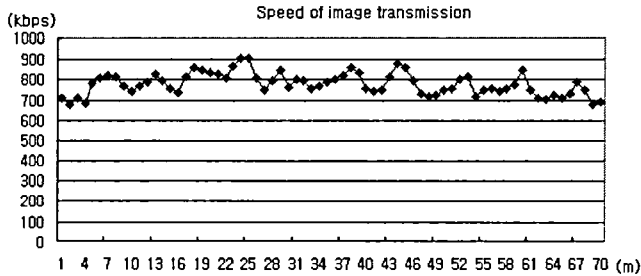


Fig. 8 Image transmission speed in layer house.

3단 3열의 15 m 계사에서 개발된 구동부, 영상감시시스템, 무선제어시스템을 구동차에 설치하여 환풍기, 급이기 및 계분벨트가 작동되는 계사내에서 실시한 실험의 결과는 25칸의 케이지를 인식하는데 있어 95% 이상의 성공률을 얻을 수 있었다. 그러나 산란계의 이미지를 얻기 위한 이미지 획득의 정확도 실험에서는 간헐적인 무선통신 traffic으로 인하여 3.4%의 위치가 정확하지 못한 이미지를 획득하였다.

를 보이며 영상이 전송되었고, 거리가 멀어질수록 영상의 전송속도가 점차 하락되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 거리에 따른 영상 전송속도의 하락 폭은 영상의 전송과 구동부를 제어하는데 있어 문제가 될 만큼 크지 않았고 계사내의 시설의 작동여부와 관계없이 양질의 영상을 획득할 수 있었다. 또한

4. 요약 및 결론

기존에 개발된 유선 원격감시시스템을 계사 내에 설치하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하였으며, 시설의 노후화 및 설치류 등에 의한 통신선의 단락이 있을 경우 문제가 되는 부위를 찾고 해결하는데 있어 많은 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 무선 원격감시시스템으로 개발하여 그 성능을 평가하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. Network CCD 카메라로부터 획득된 영상과 구동부의 제어신호를 무선에 의해 제어컴퓨터로 전송하기 위하여 무선 AP, RS-485 to RS-232 Converter 및 RS-232 to Ethernet Converter를 사용하였다. 시스템의 제어프로그램은 LabWindows CVI를 사용하여 개발하였다. 또한 구동부의 메인 컨트롤러를 PLC로 변경하여 프로그램의 수정과 통신을 용이하게 하였다.
2. 실험계사에서 무선감시시스템의 성능실험을 실시한 결과 카메라의 이동 중 영상속도가 637~760 kbps로 나타났으며, 위치제어 성능실험 결과 PLC와 제어프로그램 간의 통신주기가 0.8초 이하에서는 통신 traffic으로 인하여 시스템의 전반적인 성능이 저하되었다. 이러한

문제점을 해결하기 위하여 PLC와 위치제어를 위한 센서사이에 PIC보드를 설치하여, 그 결과 제어프로그램의 위치제어를 위한 통신 횟수를 줄여 시스템 전반의 통신성능저하를 막을 수 있었다.

3. 개발된 무선 원격감시시스템으로 실험계사에서 감시성능실험을 실시한 결과 정상산란계 케이지에 대한 영상처리시스템의 판정결과에 대해서는 82.3%의 판정정확도를 나타냈고, 비정상산란계케이지에 대한 영상처리시스템의 판정결과에 대해서는 87.5%의 판정정확도 나타냈다. 이러한 결과는 유선 원격감시시스템의 영상감시성능인 정상산란계케이지 86%, 비정상산란계케이지 89%보다 약간 낮은 결과를 나타냈다. 또한 고단 직립식 케이지가 설치된 실제산란계사에서 무선통신의 성능실험을 실시하였다. 영상의 전송속도는 700~900 kbps의 범위 내에서 변화를 보였으며, 거리가 멀어질수록 속도가 점차 하락하였으나 그 폭은 매우 작아 영상 및 구동부의 제어에는 문제가 없는 것으로 사료되었다.

5. 참고문헌

1. 심주현, 백운재, 박주현, 이석규. 2004. 시설재배를 위한 웹 기반의 원격 관리 시스템의 개발 및 성능평가. 바이오시스템공학회지. 29(2): 159-166.
2. 이동훈, 노대영, 임중우, 김태호, 장호연, 박일우, 조용국, 오승준, 안창범. 2003. 웨이블릿 코덱을 이용한 원격 무선 감시 시스템 하드웨어 개발. 한국화상학회지. 9(1): 33-42.
3. 정쌍양. 2005. 기계시각을 이용한 고단직립식케이지의 산란계감시시스템 개발. 충남대학교 박사학위 논문.
4. 최태현, 황현. 1999. 인터넷을 이용한 건표고 등급선별장치의 원격제어 및 관리 시스템 개발. 한국농업기계학회지. 24(3): 267-264.
5. Kim. Y. and P. P. Ling. 2001. Machine vision guided sensor positioning system for leaf temperature assessment. Transactions of ASAE. 44(6): 1941-1947.
6. Peng. Y. and M. Uhrua. 2000. Remote automated enviromental control system for insect production. Applied Engineering in Agriculture. 16(6): 715-721.