

기계시각을 이용한 고단 직립식 산란계 케이지의 감시시스템 개발(II) - 감시위치 선정 및 구동시스템 개발 -

Development of Monitoring System for Layers Rearing in Multi-tier Layers Battery by Machine Vision (II) - Position Selection and for Monitoring Layers of Driving System Development -

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

1. 서론

최근의 경제적인 발전으로 인한 식생활의 변화에 따라 국민 1인당 계란의 소비량이 178개 이었던 것이 2002년에는 203개로 지속적으로 증가하였다.

계란의 소비량 증가에 따라 국내 산란계 사육수수로 꾸준히 증가하였지만 산란계 사육농가수는 점차적으로 줄어가고 있다. 특히 전체 산란계 사육농가 중에서 3만수 이상을 사육하는 농가에서 사육하는 산란계 사육수수가 전체 산란계 사육수수에서 차지하는 비율이 크게 증가하였다. 이는 우리나라의 산란계 사육규모가 전업 내지는 기업규모로 변하고 있음을 나타낸다.

산란계사의 전업화·기업화·대형화됨에 따라 사육농가에서는 경제적인 면과 관리의 편리성을 고려하여 단위면적당 사육수수가 많은 고단 직립식 산란계케이지를 선호하는 편이다.

고단 직립식 산란계케이지를 사용하는 대부분의 농가에서는 4단 이상을 사용하는데 장비나 기구를 사용하지 않고 4단 이상의 케이지를 육안으로 생육관찰이 불가능하며, 4층 이상의 케이지에서 발생한 병·폐사계의 빠른 조치를 할 수 없게 되어 결국 질병 확산의 원인이 된다. 따라서 고단 직립식 산란계케이지의 4단 이상을 원격감시하여 병계 및 폐사계를 자동으로 판별할 수 있는 시스템의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

본 연구에서는 산란계를 원격감시 할 수 있도록 구동시스템을 설계·제작하고, 산란계케이지 내를 감시하기 위한 감시위치를 선정하여, 선정된 감시위치에서 구동시스템의 성능분석을 실시하였다. 이에 본 연구의 목적은 다음과 같다.

1. 산란계케이지 내를 감시하기 위한 구동시스템을 설계·제작하고, 구동시스템의 작동특성을 구명한다.
2. 산란계케이지 내를 감시하기 위한 감시위치를 선정하고, 설계·제작된 자동위치인식시스템의 성능을 구명한다.

2. 재료 및 방법

가. 구동시스템의 설계·제작

본 연구에서는 고단 직립식케이지의 산란계 생육감시를 자동화하기 위해서는 구동시스템을 제어프로그램에 의하여 제어할 수 있어야 한다. 또한 케이지내의 최적영상획득을 위하여 카메라가 일정 높이와 각도에서 좌우로 이동하면서 각 케이지의 일정 위치에서 케이지의 영상을 획득해야 한다. 이에 구동시스템은 다음과 같은 설계기준을 만족해야 한다.

- ① 최적의 구동속도를 구명하기 위하여 구동시스템은 모터에 공급되는 전원의 주파수 조절을 통해 속도조절이 가능해야 한다.
- ② 구동시스템의 제어프로그램으로 원격제어가 가능해야 한다.
- ③ 장거리의 산란계케이지를 감시할 수 있도록 구동부의 좌우운동이 가능해야 한다.
- ④ 좌우로 이동하면서 각 케이지의 일정위치에서 순간적으로 영상획득이 이루어져야 한다.

상기와 같은 설계기준을 만족하는 구동시스템은 크게 구동부 차체, 제어용 프로그램, 제어장치인 RS232/RS485 Data 전송모듈, 자동위치인식시스템으로 구성되었다.

1) 구동부 차체

구동시스템은 케이지의 최상단부 위에 위치하기 때문에 구동부 차체가 케이지에 영향을 주는 하중을 감소하기 위하여 알루미늄 합금을 사용하였다. 호퍼식 급이기가 사용하는 케이지 상단부의 레일을 구동시스템이 이용하기 때문에 구동부의 바퀴는 호퍼식 급이기의 구동용 바퀴와 같은 재질인 합성고무를 이용하여 제작하였다. 또한 모터의 경우 구동시스템의 적정 이동속도를 도출해내기 위하여 구동모터에 공급되는 전원의 주파수 변조로 속도조절이 가능하게 구성하였다. 사용된 모터와 감속기의 제원은 표 1과 같다.

Table 1 Specifications of the motor and reducer used

Item	Specifications	
Motor	Model	SM9R180GB
	Power	180W
	Phase	Single
	Number of polar	4P
	Power	220V
	Frequency	60Hz
	Max permissible ampere	1.40A
Reducer	Model	P9K75kf
	Ratio of speed reduction	75:1

2) 제어용 프로그램

구동시스템을 원격으로 제어할 수 있게 하기 위하여 구동시스템의 시작과 중단, 운동 방향, 운전속도 등을 제어할 수 있는 제어용 프로그램을 개발하였다. 구동시스템의 원격 제어프로그램은 LabWindwos/CVI를 이용하여 프로그래밍하였다.

3) RS232/RS485 Data 전송모듈

실제 산란계사내에 고단 직립식 산란계케이지 한 열의 길이는 100 m 정도이다. RS232의 통신가능 최대 케이블거리는 약 15m이고, RS485의 통신 가능 최대 케이블거리는 1219.2 m 이므로, 구동시스템의 원거리 제어를 위해 PC의 입·출력을 위해서 RS232 전송모듈을 사용하였고, 장거리 운동을 위하여 RS232/RS485 convertor를 이용하여 전송모듈을 변경하였다. 그림 1은 RS232, RS485와 LAN을 이용한 구동시스템의 통신부 개략도이다.

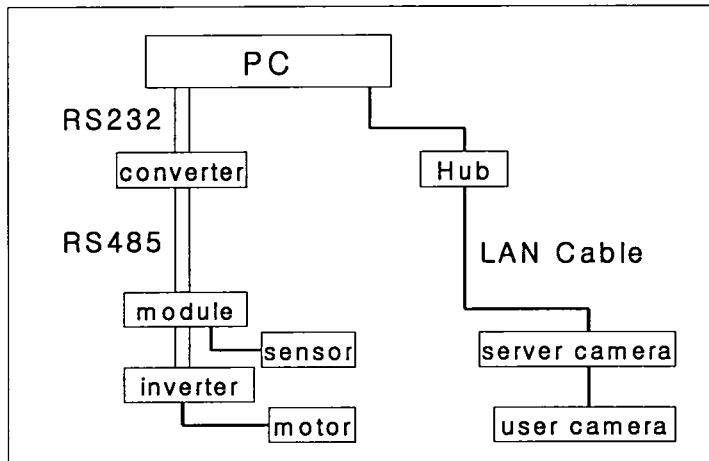


Fig. 1 Connection schematic of RS232/RS485 and LAN

나. 공시재료

본 연구에 사용된 산란계는 한국에서 가장 많이 사육하는 갈색 레그혼종으로 사료로 인한 증체가 멈추게되는 37주령 이상의 산란계를 사용하였다. 산란계의 외부 깃털은 갈색이고 평균 체중은 2 kg이다. 실험용 산란계는 실험의 정확성을 얻기 위하여 실험 시작 2주전부터 산란계의 적정 사료 급이량인 110 g/day를 정해진 시간에 8회로 균등 분할하여 급이하였고, 새로운 환경에 적응할 수 있도록 2주간의 적응기간을 두었다.

다. 감시위치의 선정 및 자동위치인식시스템 구성

1) 케이지 내의 영상획득을 위한 감시위치 선정

Color CCD 카메라로부터 얻은 영상을 Web camera를 통해 영상을 압축된 영상을 LAN을 통해 PC에 전송하는 영상획득시스템을 설계·제작하였으며, PC에 수신된 영상을 이미지 처리기법을 이용하여 이미지 처리 후 병·폐사계 발생 여부를 판정하는 감시시스템을 개발하였다. 고단 직립식 산란계케이지의 생육상태를 판정하기 위한 감시시스템의 영상획득 위치 및 각도는 그림 2에서 보는 바와 같이 영상획득 케이지의 454 mm 전방에서 각 케이지 중앙부의 영상을 획득하였고, 병·폐사계가 급이 후 사료에 대한 반응을 보이지 않고 앉아 있는 산란계의 특성을 이용하여, 케이지의 하단부 수평을 기준으로 8°상향으로 산란계의 다리부분 영상을 촬영하도록 설정하였다.

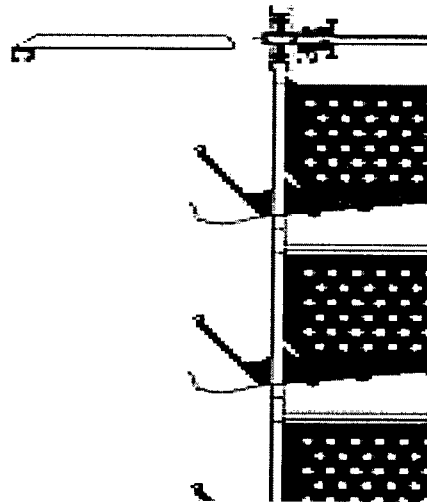


Fig. 2 The picture-taking position and angle of CCD camera for monitoring layers in cages.

2) 영상획득을 위한 자동위치인식시스템 구성

구동시스템의 구동 중에 각 케이지별로 번호를 부여하고 케이지 내의 정확한 영상을 획득하기 위하여 근접센서를 구동시스템에 장착하였고, 각 케이지마다 근접센서의 반응을 유도할 수 있는 금속편을 부착하였다. 또한 근접센서로부터 입력받은 신호를 컴퓨터로 전송하기 위하여 RS232/RS485 Data 전송모듈을 이용하였다. 전송된 신호가 제어컴퓨터에 입력되면 제어프로그램 상에서 각 케이지의 번호를 자동으로 부여함과 동시에

CCD카메라에 의해 촬영되는 실시간 영상 중에 한 프레임을 자동으로 획득하여 제어컴퓨터에 저장되도록 프로그래밍하였다.

라. 구동시스템의 성능실험

1) 구동시스템의 구동속도 측정실험

설계·제작된 구동시스템의 구동모터에 공급되는 전원의 주파수 변조를 통하여 일정 주파수마다 구동시스템의 구동속도를 측정하였다. 설치된 직립식 산란계케이지에 구동시스템을 장착하여 제어프로그램에서 구동모터에 공급되는 전원의 주파수를 변화시키면서 3반복실험을 실시하였다. 본 연구에서 개발한 영상처리시스템으로 구동시스템 구동 중에 케이지의 중심부에서 영상을 획득하고 영상처리를 실시하는데 소요되는 시간이 3~4 s 이었다. 따라서 이러한 제약조건들을 고려하여 구동 가능 최저 주파수인 25 Hz부터 구동모터에 공급되는 전원의 주파수를 5 Hz씩 변화시켜 최대 60 Hz까지 실험을 실시하였다. 또한 설정한 각 주파수마다 케이지의 중앙에서 획득한 케이지내의 영상을 육안으로 분석하여 적정 구동속도를 선정하였다.

2) 자동위치인식시스템의 최적 지연시간 측정실험

설계·제작된 구동시스템의 최적구동속도인 0.13 %로 구동시스템을 구동하면서 각 케이지 중앙부를 자동으로 인식하기 위하여 각 케이지마다 장착한 금속편에 의해 근접센서가 반응을 하게 자동위치인식시스템을 구성하였다. 그러나 구동시스템의 제어시스템은 일정속도로 금속편을 통과 시 촬영한 영상을 제어프로그램이 몇 장의 이미지를 순간적으로 제어컴퓨터에 전송하도록 설계되었다. 이러한 시스템의 미비점을 보완하고자 금속편에 의해 반응한 근접센서는 일정시간동안 반응하지 않도록 해야 한다. 이에 본 실험에서는 각 케이지의 중앙부에서 획득한 영상 중에 첫 번째 영상을 획득 후 일정시간 동안 근접센서가 반응하지 않도록 프로그램에 지연시간을 설정하여 각 케이지마다 영상을 획득하는 수를 3반복 실험으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 구동시스템 구성 및 적정 구동속도 측정실험의 결과

고단 직립식 산란계케이지의 산란계 생육감시를 자동화하기 위한 구동시스템을 상기한 바와 같은 설계조건을 고려하여 설계·제작하였다. 구동부 차체의 제원은 그림 3에서 보는 바와 같고, 그림 4는 실제 제작한 구동시스템의 그림이다.

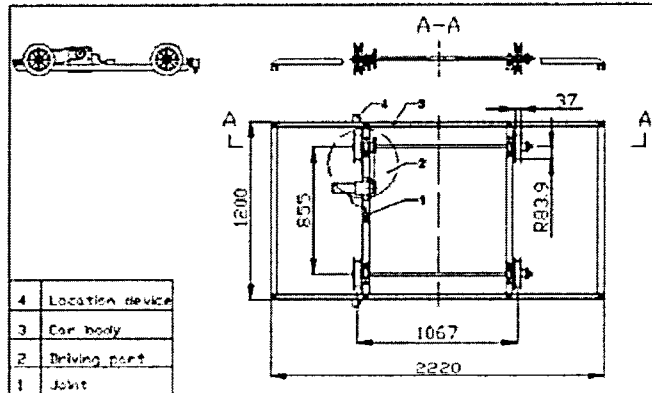


Fig. 3 The detailed drawings of driving car.

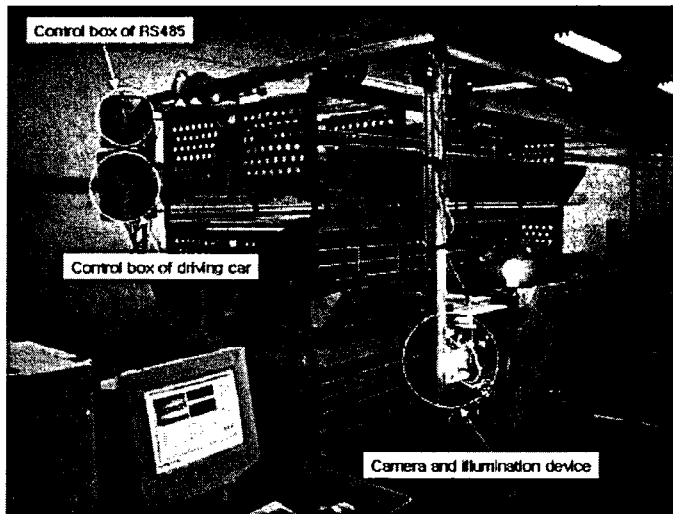


Fig. 4 The picture of experimental device.

제어프로그램은 그림 5에서 보는 바와 같이 실제 획득한 이미지, 영상처리된 이미지, 영상 처리를 위한 필터의 조건 기입부, 구동부 제어부, 케이지 인식부 등으로 구성되었다. 또한 실제 획득한 이미지는 설정한 카메라의 위치에서 영상을 획득한 것이다. 그림 6은 각 케이지의 중앙을 자동으로 인식하기 위하여 구동시스템에 근접센서를 장착한 모습이다.

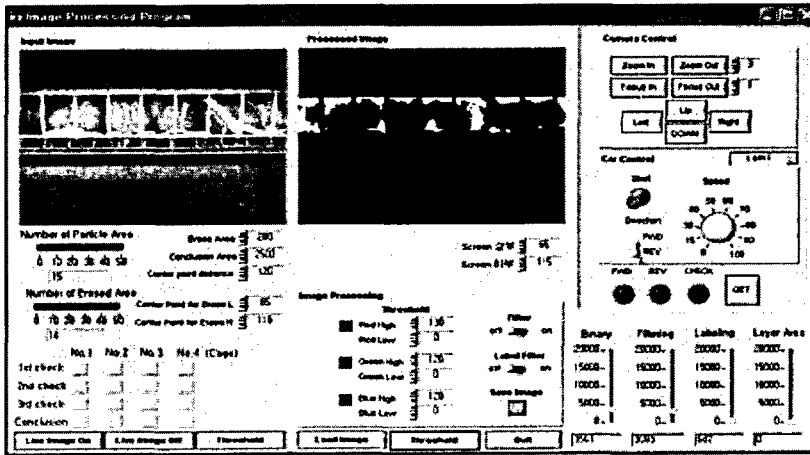


Fig. 5 The main display of the developed layer monitoring system.

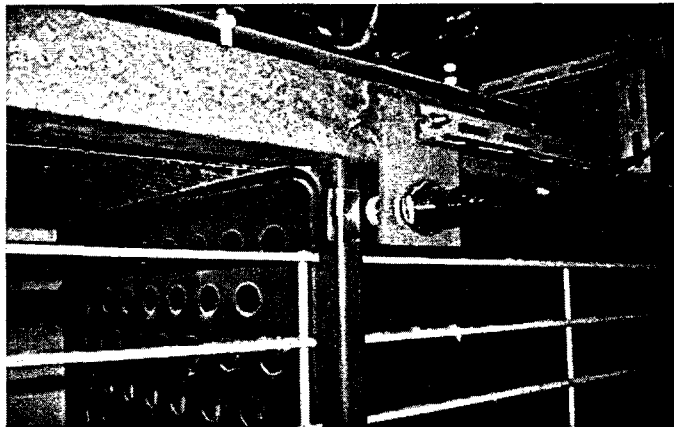


Fig. 6 The picture of proximity and sensing plate.

설계·제작한 구동시스템의 구동속도 측정 및 최적 구동속도 선정을 위하여 본 실험을 실시하였는데, 구동시스템의 이동거리는 5.0 m이었으며, 줄자 및 초시계를 이용하여 3만복 실험을 실시하였다. 또한 이동속도 측정 실험과 동시에 각 측정 주파수마다 케이지의 중앙부에서 케이지내의 영상을 획득하여 육안으로 분석하였다. 실험결과는 표 2와 같다.

표 2에서 보는 바와 같이 각 주파수 별로 영상을 획득하여 육안으로 분석한 결과 모두 정상으로 판정되었다. 하지만 영상처리시스템의 영상처리 소요시간과 근접센서에 의해 케이지에서 영상을 획득해야 하는 위치를 파악하는데 소요되는 시간을 고려한다면 영상을 획득한 케이지의 중앙부에서 다음 케이지의 중앙부까지 이동하는 시간을 최소한 5초 이상이어야 하므로, 구동시스템의 이동속도는 0.13 m/s 이하여야 했다.

상기 두 개의 조건을 만족하는 구동시스템의 최적 구동속도는 0.13 m/s이고, 그 때의 공급되는 전원의 주파수는 60 Hz이었다. 이 때 획득한 영상을 그림 7과 같다.

Table 2 Relationship between velocity and image result by the different motor frequency

Frequency (Hz)	Velocity of driving car (%)			Average of velocity (%)	Image result
	1st Exp.	2nd Exp.	3rd Exp.		
25.0	0.0669	0.0671	0.0670	0.0670	clear
30.0	0.0759	0.0760	0.0762	0.0760	clear
35.0	0.0850	0.0856	0.0852	0.0853	clear
40.0	0.0941	0.0943	0.0940	0.0941	clear
45.0	0.1031	0.1030	0.1020	0.1026	clear
50.0	0.1120	0.1121	0.1119	0.1120	clear
55.0	0.1216	0.1220	0.1219	0.1218	clear
60.0	0.1306	0.1310	0.1308	0.1308	clear

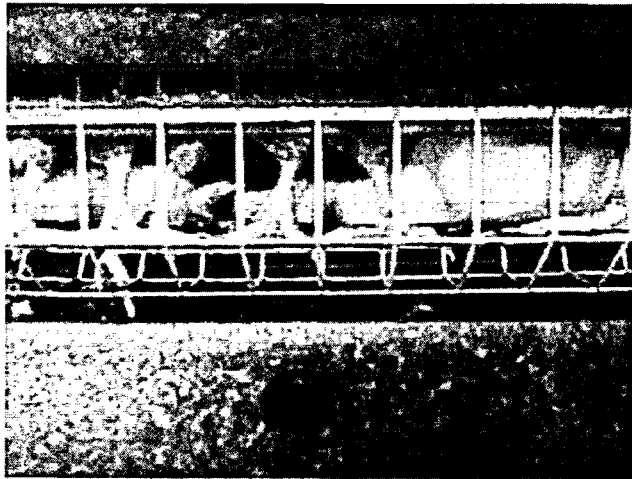


Fig. 7 Captured layers' image at 60 Hz.

나. 자동위치인식시스템의 최적 지연시간 측정실험 결과

상기의 실험에서 구명한 최적 구동속도인 0.13 %로 케이지의 영상을 촬영 시 각 케이지의 중앙부에서 첫 번째 획득한 영상을 컴퓨터로 전송 후 금속편을 통과할 때까지 근접센서가 반응하지 않도록 하기 위한 최적 지연시간 측정실험을 실시하였다. 그 결과는 표 3과 같다. 아래의 실험결과에서 최적 구동속도인 0.13 %로 자동위치인식시스템을 이용하여 구동시스템을 구동시에 한 케이지에서 여러 장의 이미지를 획득하지 않기 위해서는 케이지에서 근접센서가 금속편에 첫 반응 이후 0.1 s 이하 동안에는 영상을 획득하지 않도록 설정해야 한다.

Table 3 Relationship between recognizing time and accuracy

		Results						
Recognizing time (s)		1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.02
Accuracy (%)		0	13	35	57	82	96	98

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 산란계 원격감시를 할 수 있도록 구동시스템을 설계·제작하고, 구동시스템의 성능분석을 실시하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 고단 직립식 산란계케이지의 산란계 생육감시를 자동화하기 위한 구동시스템을 크게 구동부 차체, 제어용 프로그램, RS232/RS485 Data 전송모듈, 자동위치인식시스템으로 구성하여 설계·제작하였으며, 구동부 차체는 호퍼식 급이기가 사용하는 케이지 상단부의 레일을 이용하기 때문에 2220 × 1200 mm로 설계·제작하였고, 급이 후 산란계가 사료에 대하여 보이는 반응을 활용하여 케이지 하단부 수평기준 8° 상향으로 산란계의 다리부분 영상을 촬영하도록 감시위치를 설정하였다.
- 2) 공급되는 전원의 주파수 별로 구동속도 측정과 획득한 영상의 분석을 실시하였고, 케이지와 케이지 사이의 이동시간을 고려하여 구동시스템의 최적 구동속도를 0.13 ㎥로 설정하였다.
- 3) 각 케이지에서 여러 장의 영상을 획득하지 않게 하기 위하여 첫 영상획득 후 0.1 s 이 후에 근접센서를 반응하도록 자동위치인식시스템을 설계·제작하였다.

5. 참고 문헌

1. 가축통계. 2002. 농림부·국립농산물품질관리원.
2. 백순용. 1995. 닭의 질병. 내외출판사.
3. 장동일, 장홍희, 임영일. 1997. 이미지 처리를 이용한 돼지의 체온 조절 행동 분류(I). 한국축산시설환경학회지 3(2): 105-113.
4. 한국농업기계학회 편. 1998. 농업기계한드북. 문운당.
5. Bato, P. M., M. Nagata, Q. Cao, B. P. Shrestha, and R. Nakashima. 1999. Strawberry sorting using machine vision. ASAE Paper No. 993162. St. Joseph, Mich.: ASAE.
6. Chao, K, Y. R. Chen, H. Early, B. Park. 1999. Color image classification systems for poultry viscera inspection. Applied Engineering in Agriculture 15(4): 363-369.
7. Igueiredo, G. F., M. D. Dawson, E. R. Benson, G. L. Van Wicklen and N. Gedamu. 2004. Advanced in whole house machine vision based poultry behavior analysis. CSAE Paper No. 043084. Ottawa.