

# 플라즈마를 이용한 ICT 모니터링 축사 출입관리 시제품 개발

김진하\* · 김응곤\*\*

## Development of a Prototype for Access Control in ICT Monitoring System Using Plasma

Jin-Ha Kim\* · Eung-Kon Kim\*\*

### 요약

우리나라의 농업에서 축산이 차지하는 중요성은 매우 크다. 소독시설 및 가축 위생, 약취 등의 환경적인 요소에 대한 투자는 상대적으로 소홀하여 최근 몇 년 사이에 가축 질병이 국내 축산 농가의 소득 안정을 위협하는 가장 큰 요인으로 대두되었다. 오염물질로 피해를 보고 있는 중소 규모 농가와 경제적인 여건상 가격이 비싼 소독기를 설치할 여력이 없는 소규모 농가에서도 구매 설치할 수 있는 출입관리 시스템이 필요하다[1]. 본 논문에서는 기계안한 플라즈마 출입관리시스템을 바탕으로 오염물질로 피해를 보고 있는 농가에서 필요로 하는 플라즈마를 이용한 살균시스템을 도입한 출입관리 및 통합제어 시스템을 통해 편리성 및 안전성 확보를 할 수 있는 ICT 모니터링 출입관리 시스템의 시제품을 개발하였다.

### ABSTRACT

The importance of livestock production of agriculture in Korea is very large. Investments in sanitation facilities and environmental factors such as animal health and odor have been relatively crude, and over the past few years animal disease has emerged as the leading cause of domestic livestock farmers' income stability. There is a need for an access control system that can be purchased and installed by small and medium-sized farmers who are suffering from pollutants and small farmers who can not afford to install costly sterilization on an economical basis. In this paper, based on the plasma access control system proposed previously, we developed an ICT surveillance access control prototype system that can ensure safety and security through access control and integrated control system that introduces a sterilization system using plasma required by farmers affected by pollutants.

### 키워드

Access Control, Cattle Shed, Integrated Control, Plasma  
출입 관리, 축사, 통합 제어, 플라즈마

\* 순천대학교 컴퓨터공학과(jinha1914@naver.com)

\*\* 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과

• 접수 일 : 2019. 10. 10

• 수정완료일 : 2019. 11. 12

• 게재확정일 : 2019. 12. 15

• Received : Oct. 10, 2019, Revised : Nov. 12, 2019, Accepted : Dec. 15, 2019

• Corresponding Author : Eung-kon Kim

Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University.

Email : kek@schnu.ac.kr

## I. 서 론

지난 2017년 2월 충북 보은군에서 발생한 구제역은 젖소를 사육하는 대규모 농장으로 10여 마리의 소가 침을 흘리고, 일부는 수포까지 생겼다. 이에 195마리의 소가 살 처분되는 등 초비상사태가 돌입되었었다. 또한, 2018년 2월 천안의 한 산란계 농장에서 발생된 고병원성 AI 발생으로 1개 발생농장과 3km 이내 11개 농장 76여만 마리를 살처분하게 되었다[1]. 과거 구제역과 AI로 인한 피해는 해마다 반복되고 있으며 그 피해는 농가에서 그대로 떠안고 있는 실정이다 [2-4].

질병이 발생하고 다양한 전파원에 의해 확산되는데 사람의 옷가지나 신발 등에 묻어서 사람의 이동경로에 따라 질병이 확산되기도 한다. 이를 방지하기 위해 대인소독기나 소독방제차량, 차량소독기에 대해 소독 용액방식, 오존방식 등의 방식으로 이용하고 있다.

소독 용액 방식을 이용할 경우, 작업용 장화 등 발판 소독기는 흠뻑 잠기도록 설계하여 소독효과를 높여 주는 것이 좋으며 대인소독기에 항상 규정된 소독액을 사용하도록 표기하여 옷, 신발, 고무제품, 철 등이 잘못 선택된 소독에 의해 부식되는 것을 방지할 필요가 있고 오존 방식을 이용할 경우 강력한 소독방식이기는 하나 인체에 안전하지 않으므로 대인소독기에는 적합한 방식이 아니라 할 수 있다[5-7].

개발하고자 하는 시스템의 살균·소독 핵심기술인 저온 플라즈마는 100~200nm 파장 대에서 발생하는 플라즈마 영역의 진공자외선(VUV)로서 공기 중의 산소분자와 물 분자를 분해하여 산소 양이온과 음이온 그리고 수산기라 불리는 강력한 정화 이온인 프리라디칼을 생성하여 각종 오염물질을 제거 및 분해하는 기술이다. 위 핵심기술을 기반으로 축산시설의 공기질 개선을 궁극적인 목표로 삼고 있으며, 축산시설의 공기질 개선을 위해 대인소독기와 플라즈마 발생부, 게이트형 출입관리시스템, 통합제어시스템을 개발하였다 [8].

본 논문에서는 기제안한 플라즈마 출입관리시스템 [1]의 시제품을 제작한 결과를 제시하고자 한다. 공기질 살균 및 정화를 위한 플라즈마 발생부 최적 설계, 내외부 Frame, 에어샤워부, 대인소독부, 공기질정화부를 제어하는 ICT 통합제어 시스템을 수정 보완한다.

## II. 플라즈마를 이용한 출입관리 시스템

### 2.1 양산타입 시제품 개발

기제안한 플라즈마 출입관리시스템[1]의 문제점을 충분히 찾고 실제 축사 농가분의 의견을 수렴하여 양산타입 시제품 제작 전 문제점 및 개선사항을 반영하여 시제품을 보완 제작하였다.

외부에서 출입 시 신발 등에 묻어 있는 흙이나 기타 이물질을 하단으로 떨어지게 하여 별도의 수납공간으로 이동시켜 이물질을 포집하고 신발 등에는 소독액을 분사하도록 발판부를 설계 및 제작하였다.

또한 제품의 상용화에 맞춰 디자인 설계를 진행하고 시뮬레이션 분석을 통해 양산 진행시 문제점이나 개선사항을 미리 찾아 디자인 설계에 반영하였다.

그림1은 제작한 대인소독기 프레임이며 이다.



그림 1. 대인소독기 프레임  
Fig. 1 Sterilizer frame

다음 표1은 주요 성능 테스트 결과로써 완전 연소 후 가스 백 포집에 의한 이산화탄소량 측정 값, 완전 연소 후 가스 토출구의 가스 발생량 측정 값, 원격제어 및 통신에러율 100회 측정의 평균 값, 일사량 제어 유무에 따른 연료 소비량을 나타낸 것이다.

표 1. 주요 성능 테스트 결과 값  
Table 1. Test result values of performance

| Evaluation articles   | Unit | Development result |
|---|------|--------------------|
| CO2 amount  | %    | 8.24               |
| carbon monoxide volume  | ppm  | 2                  |
| Nitrogen oxide generation amount  | ppm  | 45                 |
| Sulfur oxide generation amount  | ppm  | Less than 1        |
| Control system success rate   | %    | 100                |
| Communication error rate  | %    | 0.01               |
| Reduction of fuel consumption due to presence of solar radiation response control | %    | 60.3               |

**2.2 플라즈마 발생부 개발**

기제안한 플라즈마 출입관리시스템[1]은 대인소독부와 측사 공기질 정화부의 플라즈마 발생부를 별도로 제작하였다. 본 논문에서는 이를 1개의 플라즈마 발생부를 가지고 겸용할 수 있는 구조로 제작하였다. 대인소독부에서 살균기능을 작동할 때는 측사 공기질정화부의 팬의 동작을 정지시켜 측사 쪽으로 공기의 유동이 없도록 하며, 반대로 측사 공기질정화부에서 정화기능을 작동할 때는 대인소독부의 팬의 동작을 정지시켜 대인소독부쪽으로 공기의 유동이 없도록 하였다. 플라즈마 발생부는 Pilot-scale 타입과 대인소독부사용 타입, 외기닥트용 타입으로 구분하여 제작하였다.

그림 2는 플라즈마를 이용한 출입관리시스템의 양산타입 시제품이다.



그림 2. 양산타입의 시제품  
Fig. 2 A prototype of a mass production type

**2.3 Pilot-scale의 플라즈마 발생부 개발**

Pilot-scale의 플라즈마 발생부는 On/Off 제어가 가능하도록 제작하였으며 Pilot-scale에는 공기의 흐름을 유도할 만한 장치가 없어, 별도로 팬을 설치하여 내부 공기 유동 및 외부로 배출하도록 설계하였다. 그림 3은 Pilot-scale 플라즈마 발생부의 내/외부 모습이고 표 2는 사양을 나타낸 것이다.

사용 용량은 40m<sup>2</sup>, 100m<sup>2</sup>의 플라즈마 램프를 고정할 수 있도록 형광 스텐 U클립의 고정 및 램프의 변경이 가능하도록 설계하였다.

Pilot-scale 플라즈마 발생부는 팬 모양에 맞춰 하우징하였고 재질은 STS 1.2t로 제작하였다.



그림 3. Pilot-scale 내/외부 모습  
Fig. 3 Pilot-scale internal/external appearance

표 2. Pilot-scale 플라즈마 발생부 사양

Table 2. Pilot-scale plasma generator specifications

|                  |  |
|------------------|--|
| Pilot-scale Size | 340×500×200 mm                                   |
| FAN Size         | 120×120×25 mm                                    |
| Fan Count        | 2  |
| Lamp Volume      | 40m2, 100m2                                      |
| RPM              | 1200±10%   |
| Lamp Capacity    | 24W  |
| Air Volume       | 51.8CFM  |
| Input Power      | 220V   |
| Output Power     | 12V 5.0A   |
| Configuration    | Plasma Lamp, Ballast, Fan, Adapter, Power Supply |

**2.4 대인소독용 플라즈마 발생부 제작**

대인소독부에 있는 공기조화부는 실시간 자외선 (UV) 살균과 플라즈마 살균이 이루어지는 공간으로 공기유동에 의해 신체 및 공기 중의 오염물질을 살균하는 대인소독 플라즈마 발생부를 제작하였다.

그림 4는 가동중인 대인소독용 플라즈마 발생부의 사진을 보여준다.

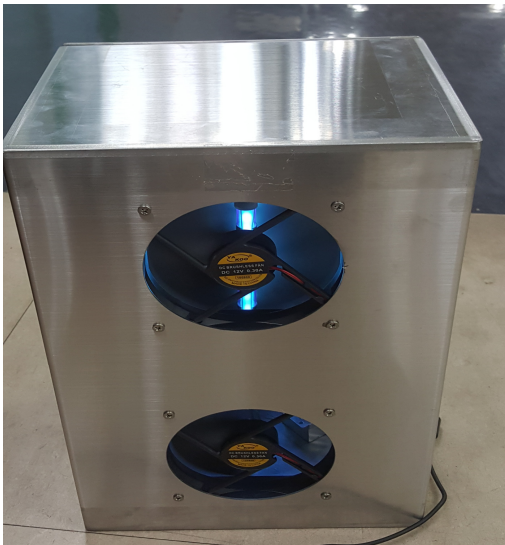


그림 4. 대인소독용 플라즈마 발생부  
Fig. 4 Disinfection plasma generator

**2.5 덕트용 플라즈마 발생부 제작**

대인소독기보다 넓은 공간(축사)에 공기를 유동시

키기 위하여 공기유동형 모터 및 브라켓, 팬 등으로 구성된 덕트용 플라즈마 발생부를 제작하였다. 그림 5는 덕트용 플라즈마 발생부에 대한 설계도이며 그림 6은 덕트용 플라즈마 발생부 사진이다.

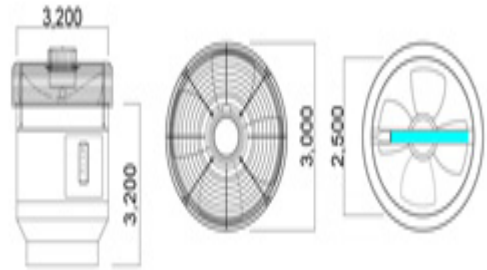


그림 5. 덕트용 플라즈마 발생부 설계도  
Fig. 5 Duct plasma generator design



그림 6. 덕트용 플라즈마 발생부  
Fig. 6 Duct plasma generator

**2.6 내·외부 Frame 개발**

양산타입의 시제품은 내구성과 내식성을 고려하여 전반적으로 SUS 재질과 폴리카보네이트 재질을 이용하여 개발하였다. 또한, 에어샤워부에서 플라즈마발생부로 공기의 유동이 원활히 이루어지도록 제작하였다.

### III. ICT 통합제어시스템 개발

#### 3.1 PCB 모듈 및 모니터링 모듈 제작

기제안한 통합 제어 모듈[1]의 추가 발생 문제점이거나 개선사항을 반영하고 모든 기능이 하나로 통합되게 PCB 기판을 사용한 하드웨어와 이를 제어하는 소프트웨어를 탑재하였다. 비전문가도 사용하기 편리하게 Display의 외관, 내부 PCB를 디자인 설계하여 양산타입의 ICT 통합제어시스템을 개발하였다.

통합 제어시스템은 사람이 대인소독부 내에 진입하면 인체 감응 판별을 하고 인체 감지 후 음성안내 멘트가 진행되도록 한다. 음성안내 멘트의 순서대로 음압 발생부의 음압 생성을 위한 콤프레셔, 에어샤워부의 가동, 플라즈마 발생부 전압 및 전류 제공, 내부 유동팬을 제어한다. 추가로 대인 소독부와 축사 내의 공기질 센서로부터 일정 PPM에 따라 자동으로 작동 시작 및 정지되도록 하였다. 이를 클래스 다이어그램으로 나타내면 그림 7과 같다.

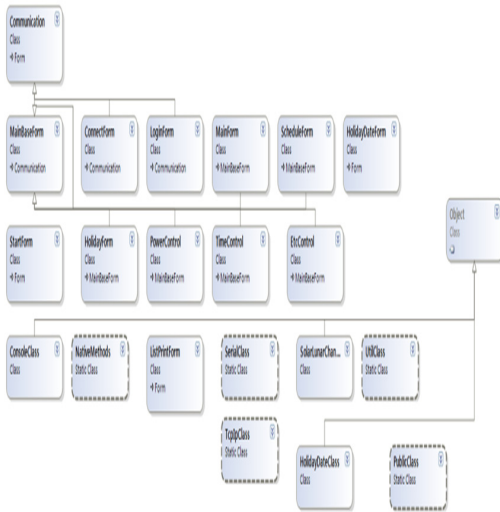


그림 7. 제어 프로그램의 클래스 다이어그램  
Fig. 7 Class Diagram of the control program

모니터링 프로세스는 대인 소독부 사람 출입상황, 대인소독부 내 온도/습도 센서, 대인 소독부 내 공기질 센서, 축사 공기질 정화부 내 공기질 센서, 플라즈마 발생부의 가동시간을 Display에 실시간으로 표기한다.

그림 8은 제작한 PCB 모듈의 블록도이며 그림 9는 ICT 통합제어시스템이다.

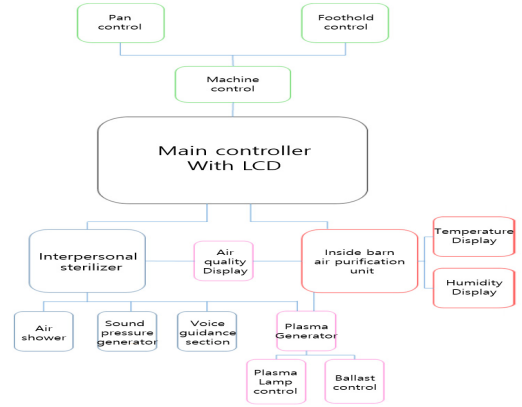


그림 8. PCB 모듈 블록도  
Fig. 8 PCB module block diagram



그림 9. ICT 통합제어시스템  
Fig. 9 ICT Integrated Control System

#### 3.2 데이터베이스를 위한 프로그램 개발

사용자의 출입시간과 살균 및 정화작용에 대한 실시간 처리에 대한 데이터를 기록하고, 이상 유무 발생 시 표시등이나 알림으로 사용자에게 전달되도록 하였다. 또한 일간/월간/년간 데이터기록을 위해 축사의 출입상황을 저장하고 과거 자료를 꺼낼 수 있도록 하였다.

### III. 결 론

본 논문에서는 공기 질 살균 및 정화를 위한 플라즈마 발생부를 최적 설계하였고, 내/외 부 Frame, 발판 소독 부, 에어 샤워 부 대인소독 부, 공기 질 정화 부를 제어하는 ICT 통합제어 시스템을 개발하였다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 램프 방식의 플라즈마 방전 형태로서 소비전력이 최대 75W 이하이며 제품 또한 소형화가 가능하고 24시간 장시간 사용하더라도 부산물이 전혀 생성되지 않는다. 또한 램프 수명이 9,000시간이므로 풀가동 했을 시 1년에 1회 정도로 램프를 단순 교체하면 되는 시스템을 구축하였다.

본 연구를 통해 중·소 규모의 축산에서 해로운 바이러스를 미연에 방지하여 피해를 최소화 할 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구를 통하여 제작한 플라즈마를 이용한 게이트형 출입관리 시스템은 관공서, 전시회장, 관광지 등에 적용분야를 확대할 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 지역특화산업육성(R&D) 기술개발사업으로 수행된 연구결과입니다.

### References

[1] E. Kim and J. Kim, " ICT Fusion Type Plasma Access Control System for Disease Prevention and Sterilization and Disinfection," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 6, 2018, pp. 1417-1424.

[2] S. Jo, "Korea-Chile FTA and the Market Approach of the Chung-Buk Agricultural Products," *The Korean Economic Association*, vol. 15, no. 2, 2004, pp. 1-31.

[3] H. Song and M. Kang, " A Study on the Simulation and Analysis of the Emergency Response Training for Highly Pathogenic Avian Influenza," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 2, 2019, pp. 19-26.

[4] J. Lee and H. Yoe, "Design of Animal disease

Monitoring System Using IT technology," *J. of Communications and Networks*, Jeju, Korea, 2011, pp. 89-90.

[5] Y. Jung, B. Oh, and J. Kang, "Evaluation of Disinfection Characteristics of Ozone, UV Processes for Bacillus Subtilis Spores Inactivation," *J. KS WPRC Korean Society on Water Environment*, vol. 22, no.4, 2006, pp. 672-677.

[6] M. Lee, "Diagnosis for Imported Cases of Emerging and Reemerging Infectious Diseases in Korea," *EMJ (Ewha medical journal)*, vol. 39, no. 2, 2016, pp. 37-44.

[7] Y. Kwak, "Automatic Control System of Vertical Agitation Heater for Controlling Temperature of Greenhouse," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 5, 2015, pp. 623-628.

[8] J. Kim, "Development of the Integrated Control System for the Batch Plant in Field," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 6, 2017, pp. 1081-1086.

### 저자 소개



**김진하(Jin-Ha Kim)**

2015년 3월 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터공학과 재학

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스



**김응곤(Eung-Kon Kim)**

1980년 2월 : 조선대학교 공학사  
1986년 2월 : 한양대학교 공학석사  
1992년 2월 : 조선대학교 공학박사

1993년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터공학과 교수  
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI