

효율적인 IoT 기반 축사 분뇨 수집 장치용 제어 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 이유엽**, 박의준***, 김은찬***
*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학)
**호원대학교 자동차기계공학과
***전북대학교 IT응용시스템공학과
e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of an efficient IoT-based control system for livestock manure collection devices

Je-Ho Song*, You-Yub Lee**, Eui-Jun Park***, Eun-Chan Kim***
*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),
Chonbuk National University
**Dept. of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University
***Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 IoT 기반의 자동화 시스템을 이용하여 축사에서 발생하는 가축 분뇨를 효율적으로 처리하는 방법을 제안한다. 스크레퍼와 분뇨처리기를 연동하여 분뇨 처리 과정을 자동화하고 모터 과부하 방지 시스템을 도입하여 시스템의 안정성을 향상시켰다. 또한, 온도 센서를 활용한 스크레퍼 구동 주기 조절 알고리즘을 통해 축사 내부의 온도에 맞추어 스크레퍼의 구동 주기를 조절하여 분뇨의 빙결 문제를 해결하고자 한다. IoT 기반 축사 분뇨 수집 제어 시스템은 분뇨 처리 과정의 효율성을 높이고, 분뇨 처리에 소요되는 비용과 노동력을 절감하며, 축사의 위생 개선에 기여하는데 의의가 있다.

따라서, 본 논문에서는 스크레퍼와 분뇨 처리기를 연동하고, 축사의 환경 조건에 맞추어 스크레퍼의 작동을 최적화할 수 있는 IoT 기반의 분뇨 수집 장치용 제어 시스템을 제안한다.

1. 서론

축사에서 발생하는 가축 분뇨의 처리는 위생 개선, 축산 폐수 감소, 악취 저감을 위해 필수적이다. 분뇨 처리가 제때 이루어지지 않으면 축사의 위생 상태가 악화되어 가축의 건강에 악영향을 미칠 수 있으며, 분뇨에 발생하는 악취로 인해 민원 발생 가능성이 존재한다.[1] 따라서 축사에서는 발생한 분뇨를 퇴비화하거나 액비화하는 등 자원하거나, 정화 과정을 통해 처리한다.

분뇨 처리 과정에서는 우선적으로 분뇨를 수집하는 작업이 필요하다. 이를 수작업으로 처리하게 되면 많은 노동력과 비용이 발생하게 되므로 이를 해결하기 위해서는 스크레퍼라는 자동화 설비를 사용하여 분뇨를 효율적으로 수집한다.

스크레퍼를 통해 저장고에 축적된 분뇨는 수분을 제거하는 분뇨 처리기를 통해 퇴비화되고, 비료 또는 축사 바닥재로 재사용될 수 있다.[2-4] 하지만 스크레퍼와 분뇨 처리기는 각각 개별적인 시스템으로 운영되며, 그로 인해 비효율성이 발생한다.

2. 본론

스크레퍼는 구동 모터의 동작에 의해 움직이게 된다. 구동 레일을 따라 스크레퍼가 축사 내부에서 이동하며 가축들의 분뇨를 수집하고, 스크레퍼에 의해 수집된 분뇨는 저장소에 축적된다.

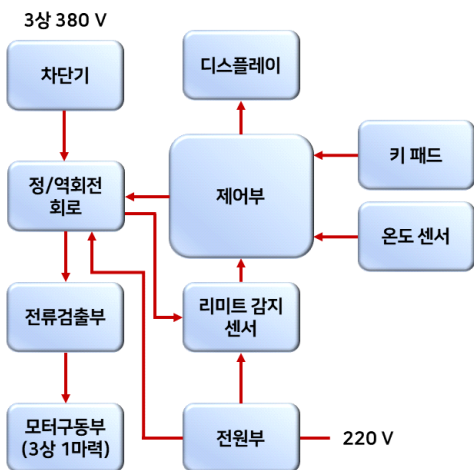
가축 분뇨 수집 장치용 제어시스템은 축사의 환경에 맞추어 구동 모터를 적절히 제어해야 한다. 그림 1은 축사 분뇨 스크레퍼를 나타낸 것이다.



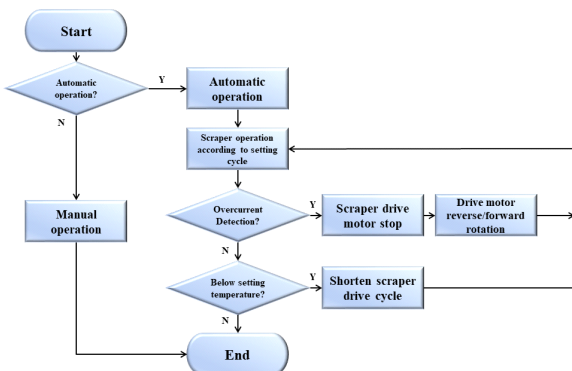
[그림 1] 축사 분뇨 스크레퍼

축사에서 스크레퍼를 통해 분뇨를 수집하는 과정에서 분뇨의 양이 많이 축적된 경우 스크레퍼가 이를 한번에 밀고 가지 못하여 구동 모터에 과부하가 걸릴 수 있다. 모터가 과부하될 경우 모터를 역회전하여 과부하를 방지하고, 스크레퍼의 구동이 끊김없이 이루어지도록 하여 분뇨 수집의 효율성을 향상시키는 IoT 기반 축사 분뇨 시스템을 개발하고자 한다.

그림 2는 가축 분뇨 수집 장치용 제어 시스템의 시스템 블록도를 나타낸 것이고, 그림 3은 분뇨 수집 장치용 제어 시스템의 시스템 구동 플로우 차트를 나타낸 것이다.



[그림 2] 가축 분뇨 수집 장치용 제어 시스템 블록도

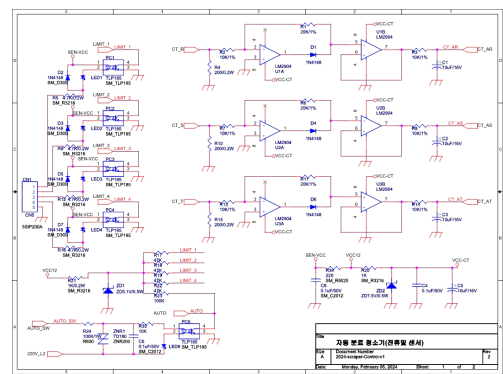


[그림 3] 가축 분뇨 수집 장치용 제어 시스템 구동 플로우 차트

가축 분뇨 수집 장치용 제어 시스템은 사용자가 수동/자동

모드를 선택하여 운영할 수 있도록 하였으며, 자동 모드에서는 설정된 주기에 따라 스크레퍼가 작동하도록 구현하고자 한다. 과전류가 감지되면 모터의 구동을 정지하고, 역/정회전을 통해 다시 정상 작동하도록 하였으며, 설정된 온도 이하에서는 스크레퍼의 가동 주기가 더욱 빨라지도록 하였다.[5,6]

축사의 기온이 내려가면, 분뇨의 수분으로 인해 분뇨가 얼어버릴 수 있으며 분뇨가 빙결될 경우, 스크레퍼의 이동을 방해하여 스크레퍼 구동 모터의 고장을 유발하거나 분뇨 수집에 지장을 줄 수 있다. 따라서, 온도센서를 통해 기준 온도 이하가 되면 스크레퍼가 더 자주 구동하도록 제어하는 알고리즘을 개발하고자 한다. 그림 4는 과전류를 검출하고, 온도센서를 구현한 전류검출 및 센서 회로도를 나타낸 것이다.



[그림 4] 가축 분뇨 수집 장치용 제어 시스템 전류검출 및 센서 회로

또한 사용자의 조작의 편리성을 위하여 입력부는 디스플레이와 키 패드로 구성된 인터페이스 패드로 구현하고자 한다. 그림 5는 가축 분뇨 수집 장치용 제어기 인터페이스를 나타낸다.



[그림 5] 가축 분뇨 수집 장치용 제어기 인터페이스 패드

가축 분뇨 수집 장치용 제어기 인터페이스 패드는 고령의 사용자도 손쉽게 사용할 수 있도록 조작이 간단하고, 직관적

으로 설계하고자 한다. 버튼과 디스플레이를 이용하여 간단하게 조작할 수 있도록 하고, 자동/수동 모드 모두 동작이 가능하게 구현하고자 한다.

자동 모드로 설정되었을 경우 설정된 시간마다 스크래퍼가 작동하여 가축들의 분뇨를 수집하고, 설정값 등은 두 개의 디스플레이를 통하여 쉽게 확인할 수 있도록 한다. 인터페이스 패드의 원활한 동작을 위해 디스플레이 회로와 키보드 회로 등을 구현하고자 한다.

3. 결론

축사에서 발생하는 가축의 분뇨는 축사의 위생 상태, 가축들의 건강 관리, 악취 저감 등을 위해서 퇴비화, 액비화 등 자원화하거나, 적절한 정화 과정을 통해 처리되어야 한다. 이러한 분뇨의 수집 과정은 축사 내부의 분뇨 수집 장치인 스크래퍼에 이루어지고, 이후 축적된 분뇨는 분뇨 처리기를 통해 처리 과정을 거친다. 하지만 스크래퍼와 분뇨처리기는 각각 개별적인 시스템으로 운영되며, 그로 인해 분뇨 처리 과정에서 비효율성이 발생하게 된다.

따라서, 본 논문에서는 축사에서 발생하는 가축 분뇨를 효율적으로 처리하기 위해 IoT 기반의 분뇨 수집 장치용 제어 시스템을 제안한다. 스크래퍼와 분뇨처리기 간의 시스템적 연동을 통하여 분뇨 처리 과정을 최적화하고, 전류검출부에서 과전류가 검출될 경우 구동 모터의 가동을 정지하여 모터의 과부하를 방지하고자 한다.

또한, 겨울철 기온 하강으로 인해 분뇨가 얼게 되면, 스크래퍼의 구동에 지장이 생겨 시스템의 과부하가 생기거나, 분뇨 수집에 지장이 생길 수 있기 때문에 설정 온도 이하에서는 스크래퍼의 구동 주기를 단축시켜 분뇨 빙결 문제를 해결하고자 한다.

이러한 IoT 기반의 축사 분뇨 수집 장치용 제어 시스템은 분뇨 처리 과정에서 발생하는 비용과 노동력을 절감할 수 있으며, 분뇨 처리의 효율성을 높이며 가축 건강과 축사 환경 개선에 기여하는 데 의의가 있다.

참고문헌

- [1] 농림축산식품부, “가축분뇨 문제? 맞춤형 처방으로 해결 나선다”, 보도자료, 농림축산식품부
- [2]곽정훈, 가축분뇨의 효율적 처리 방법, 농촌진흥청 국립축산과학원
- [3] 유용희, 가축분뇨 처리 현황과 개선방안, 농촌진흥청 국립축산과학원
- [4] 정광화, 김중곤, 한덕우, 곽정훈, “국내 가축분뇨 처리시

설 형태별 특성조사 분석”, *유기물자원화*, 22.4 (2014):28-44

- [5] 김상진, 송병근, 오세준, “최신 자동제어”, 북스힐, 2012
- [6] 김대성, “생생 자동제어 기초”, 성안당, 2010

본 논문은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업 (LINC3.0)의 연구결과입니다.