시설 농장 무선 원격 방제를 위한 구동 시스템 개발

Development of Semi-Automatic pesticide Sprayer for Rose Horticulture System - Platform of Development

양창완[1], *#김경철[1], 이후관[1], 유범상[2]
C. W. Yang[1] , *#K. C. Kim[1](kkcmole@chonbuk.ac.kr), H. K. Lee[1] , B. S. Ryuh[2]
[1] 전북대학교대학원 정밀기계공학과, [2]전북대학교 기계시스템공학부

Key words : Remote pesticide, Agriculture Automation, Agriculture Robot, Intelligent Robot

1. 서론

최근 우리나라는 농촌 노동력의 현저한 감소 및 고령화로 인해 많은 노동력이 필요한 시설 농업의 기계화, 자동화에 대한 요구가 증대하고 있다. 농업 환경의 변화에 따라 농업자동화의 수요가 급증하고 있는데 이러한 농업 환경의 변화는 단순한 양적 변화가 아니라 질적인 변화로서 장기적으로 미래 농업을 대비한 기술이 필요한 실정이다.

농약 방제는 해독성과 노동력 부족으로 인한 기피 대상의 작업이기 때문에 무선 원격 방제기의 많은 수요가 예상된다. 특히 화훼는 해충의 방제와 작물이 받는 스트레스의 정도에 따라 상품성에 많은 차이를 보이므로, 직접 이동하면서도 작물에 스트레스를 주지 않는 크기의 방제가 가능한 무인 원격 방제를 위한 구동 시스템을 개발하고자 한다.

2. 농장 현황 및 방제기 구성

무선 원격 방제기를 개발하기 위하여 무선 원격 방제기가 사용 되어질 장미농장에 대한 요구도 조사를 통해 시스템의 개념 설계를 하였다. Fig. 1은 본 시스템이 사용되어질 장미 농장의 모습이다.

Fig. 1 Rose horticulture

농장 시설의 내부는 규격에 맞추어 설비 되어져 있으며, 장미수확 및 방제 시에 줄기가 울창하여 내부로 이동하기가 쉽지 않다. 또한 장미가 받는 스트레스를 줄이기 위해 온실 내부의 정숙함을 유지시켜야 하며 방제기에서 매연이 발생하지 않도록 해야 한다.

이러한 조건을 고려하여 농장 시설에 맞는 무선 원격 방제기의 크기와 형상을 설계하였다. 일반분무와 미스트 분무가 가능한 방제부와 온수파이프 위를 구동할 수 있는 구동부와 구동과 분무의 제어를 위한 제어부로 시스템을 구성하였다, 정숙하고 매연을 발생 시키지 않는 전기식 구동 방식을 도입하여 반자동 개념의 무선 원격 방제기의 구동 시스템을 완성하였다.

3. 시스템 운영

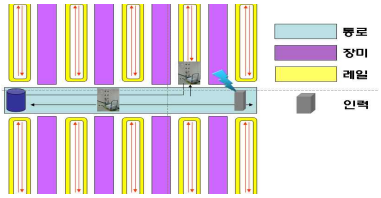

Fig. 2 Path of the remote

Fig. 2는 장미 농장에서 무선 원격 방제기의 움직임을 도식화한 것이다. 방제가 필요한 라인으로 작업자가 방제기를 이동시킨 후 레일위에 방제기를 올려 자동 방제를 실시한다.

시스템은 자동모드와 원격모드라는 두개의 운영 모드를 가지고 있다.

Fig. 3은 자동모드의 순서도를 나타내며, 이 모드는 방제기가 레일의 시작점에서부터 한 개의 라인을 자동으로 방제 하고 다시 시작점으로 돌아온다. 각각의 분무장치를 방제 환경에 맞게 조절해주고 시작 버튼을 누르게 되면, DC모터가 정회전하여 출발하게 된다. 파이프의 끝 지점에 도착하게 되면 방제기 전방 좌측에 부착된 센서가 레일이 끝남을 감지하여 정지된다. 이때, DC모터는 역회전을 시작하고 닫혀 있던 전동 볼밸브는 자동으로 열리며 방제를 실시한다. 방제기가 처음 위치로 돌아오게 되면 후방 중앙에 부착된 센서가 금속(온수파이프)을 감지하게 되고 DC모터는 정지한다. 이때, 전동 볼밸브는 닫히게 된다. 전방 좌측의 센서는 B접점의 개념을 사용하였으며, 후방 중앙의 센서는 A접점의 개념을 이용하였다. 운행 도중 긴급 상황 발생 시 원격으로 긴급 정지할 수 있는 기능을 추가하였다.

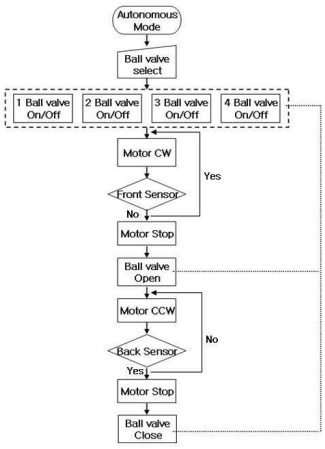

Fig. 3 Autonomous mode flow chart

Fig. 4는 원격모드에 대한 순서도를 나타내며, 이 모드는 블루투스 무선통신을 이용하여 조종기로 레일 위를 원격 이동하는 방법이다. 작업자가 원하는 지역에 선택 방제가 가능하도록 하였다. 원격모드 시 4개의 분무대의 자동 볼밸브를 각각 On/Off 제어할 수 있으며, 작업자가 방제기를 레일 위에서 이동 시킬 수 있다.

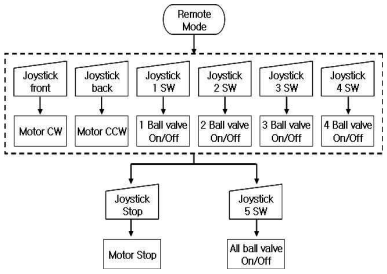

Fig. 4 Remote mode flow chart

4. 무선 원격 방제기 개발

무선 원격 방제기의 구조는 협소한 공간을 움직여야 하기 때문에 최대한 작고 간단한 모양이며, 농작물과의 간섭을 최소화

하여야 하기 때문에 CATIA V5를 이용하여 실제 장미 농장의 환경을 모델링하여 간섭 체크를 실시한 후 설계하였다.

구동바퀴는 타이밍벨트를 통해 동력을 전달하며, 레일과의 접지력을 높여 이동하기위해 Fig. 5와 같이 곡면을 가진 바퀴를 제작하였다. 바퀴의 폭은 레일의 폭과 레일의 이탈을 고려하여 설계하였다.

분무되는 농약과 장미잎의 접착률을 고려하여 최고 주행속도를 1.1m/s로 하였으므로 식(1)을 이용하여 바퀴의 직경은 10cm로 하였다.

$$V=\frac{\pi DN}{60} \quad D=0.1m, \quad N=213rpm, \quad (1)$$

V : 방제기 속도 , D : 바퀴 직경, N : 모터의 회전속도

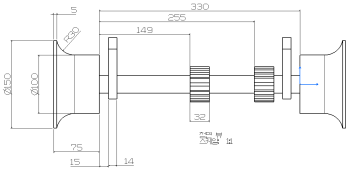

Fig. 5 Design of drive

조이스틱과 무선원격 방제기의 통신 방법은 농장의 크기와 환경을 고려하여 통신거리가 200m이고 실시간 통신이 가능한 블루투스 통신을 사용하였다.

주 제어기의 H/W 구조는 Fig 6과 같은 구조를 가진다. 원격모드 시 조이스틱에서 나오는 4개의 디지털신호와 1개의 아날로그신호를 받아 DC모터와 4개의 전동 볼밸브를 각각 제어 한다. 작업자가 인지하지 못한 채로 버튼을 누를 수 있으므로 자동모드 작동 중에는 조이스틱이 사용되지 못하고 긴급정지 버튼만이 가능하게 하였다.

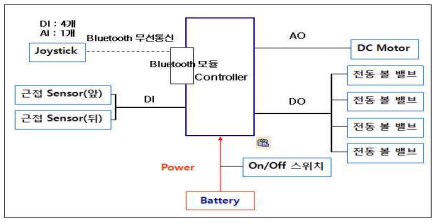

Fig. 6 Construction of Hardware

무선 원격 방제기의 소비 전력은 총 415W이고, 농장에서 1회 농약 방제시의 운전 시간인 1시간을 개발 목표치로 선정하여 납축전지 24V 10Ah 2개를 직렬 연결하여 사용하였다. 식(2)을 이용하여 구동 시간을 계산해 보니 약 1시간을 구동할 수 있는 전력량으로 충분 하였다.

$$P=I \cdot V \quad (2)$$

Fig. 7은 완성 조립된 무선 원격 방제기의 모습이다.

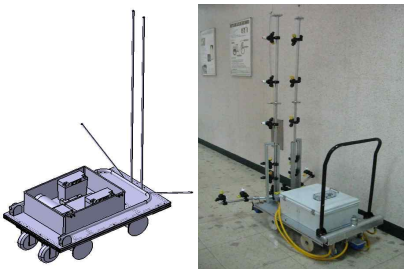

Fig.7 Design of semi-automation sprayer

5. 성능평가

제작된 무선원격 방제기를 요구도 분석 대상이었던 임실 장미 농장에서 직접 성능 평가를 실시해 보았다. 평가항목은 무선통신거리, 최고주행속도, 배터리 작동시간, 적재 하중으로 나누었으며, 배터리 작동 시간은 위에서 보여준 수학적 이론에 근거하여 계산하였다. 그 결과는 Table. 1에서 보여주고 있다.

Table. 1 Test result

평가항목	단위	목표치	달성치	비고
1. 무선 통신 거리	m	180	200	
2. 최고 주행 속도	m/s	1.1	1.1	
3. 배터리 작동시간	Hr	1	1	
6. 적재 하중	kg	100	100	

6. 결론

본 시스템은 급격하게 변하고 있는 농촌 환경에 도움이 되기 위해 개발한 무선 원격 방제기이다.

작업자가 방제를 수행하면서 다른 업무의 병행이 가능하며, 작업자 혼자 방제가 가능하므로 시간을 줄일 수 있으며 이에 따라 인건비가 절약되고, 농약으로부터 작업자의 건강을 보호할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 정숙한 실내 환경과 스트레스를 주지 않는 방제로 상품성을 높일 수 있어 농가의 작물 생산비용이 절감되어 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.

Table. 2는 시스템개발로 인해 얻을 수 있는 경제적 성과를 보여준다.

Table 2 Economic benefit

	개발전	개발후	비고
필요인원	5명	1명	
인건비	300,000	60,000	1일
작업시간	12시간	3시간	500L
국산화	전무		

※ 1개소 하우스 적용 시

무선 원격 방제기의 개발을 통해 초기 발전 단계인 농업 자동화에 기여 할 수 있을 것이며, 미래 농업을 대비한 기술력을 확보 할 수 있는 기반이 될 것이다.

후기

본 연구는 08년도 산학연공동기술개발 지원사업 개발 과제의 일환으로 수행되었음을 알려드립니다.

참고문헌

1. K. C. Kim, J. I. Park, B. S. Ryuh "Development of Intelligent Agricultural Robot for Farming Automation", 41,pp , 2008
2. 조국현, “정밀농업에 대한 소개”, 농어촌과 환경 제 13권 제 2호 통권 제 79호, 123-128, 2003