

과수 상부 방제를 위한 스피드 스프레이어용 Y형 방제장치와 작업자 보호를 위한 무인주행 시스템 개발

장호승¹, 전진택^{1,2}, 홍영기¹, 김국환^{1*}
¹농촌진흥청 국립농업과학원, ²충남대학교 농업기계공학과

Development of a Y-type spraying device for Speed sprayer to spray the upper part of orchard and an unmanned driving system to protect workers

Hoseung Jang¹, Jintack Jeon^{1,2}, Young-Ki Hong¹, Gookhwan Kim^{1*}

¹Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences

²Department of Agricultural Machinery Engineering, Chungnam National University

요약 농약 살포작업은 병해충을 줄여 과실의 품질과 생산량을 높이기 위한 필수 작업이다. 하지만 작업자의 과도한 농약 흡입과 농촌 고령화로 인하여 스피드 스프레이어(Speed sprayer)와 같은 농업용 방제기계를 사용하더라도 많은 어려움이 있다. 현재 시판되고 있는 스피드 스프레이어의 경우에는 송풍팬을 이용하여 약재를 넓게 분사하는 방식을 사용하고 있는데, 이러한 방식은 4m 이상의 과수 상부까지 약재가 도달하기 어렵다. 이러한 점을 보완하기 위해 Y형 방제장치를 개발하여 농약을 살포하였고, 작업자의 농약중독을 막기 위해서 유도 케이블을 이용한 자력선 추종 방식의 자율주행장치를 개발, 설치하였다. Y형 분사 노즐을 사용하였을 때의 분사 범위를 확인하기 위하여 나무를 4구간으로 나눠 높이별 위치에 감수지를 부착하여 변색된 정도를 비교하였다. 감수지를 통해 확인된 위치별 분사량은 기존의 스피드 스프레이어의 경우 1.5m에서 89.13%, 2.5m에서 92.69%, 3.5m에서 42.23%, 4.5m에서 34.95%로 나타났고, Y형 분사 노즐을 사용하여 분사한 결과는 1.5m에서 88.14%, 2.5m에서 95.08%, 3.5m에서 93.57%, 4.5m에서 92.27%로 기존 분사 분포도와 비교하였을 때, 높은 곳(3.5m, 4.5m)에서의 점착율이 현저히 높은 것을 알 수 있다. 또한, 자율주행장치의 주행 특성을 분석하기 위해 설치된 유도 케이블을 따라 저속 3번, 중속 3번 주행하였는데, 최대 이탈거리는 약 16.81cm로 나타났다.

Abstract Pesticide spraying is an essential task to reduce pests and increase quality and production. On the other hand, the use of agricultural pest control machines, such as speed sprayers, is challenging because of worker's pesticide exposure and aging in rural areas. The speed sprayer currently on the market uses a fan to spray medicinal materials, making it difficult for medicinal materials to reach the top of a fruit tree (3 m or more). A Y-type pest control device was developed and installed work to compensate for this, and an autonomous driving device using an induction cable was developed and installed to prevent workers from being poisoned with pesticides. The degree of discoloration was compared using water-sensitive paper to check the spray distribution of the installed Y-type spray nozzle. The spray amount shown on the water-sensitive paper for the existing speed sprayer was 89.13%, 92.69%, 42.23%, and 34.95% at 1.5m, 2.5m, 3.5m, and 4.5m, respectively. The results of spraying using a Y-type spray nozzle were as follows: 88.14%, 95.08%, 93.57%, and 92.27% at 1.5m, 2.5m, 3.5m, and 4.5m, respectively. The adhesion at high places (3.5m, 4.5m) was significantly greater than the existing spray distribution. In addition, the vehicle was driven three times at each speed (low and middle speed) along the installed induction cable to analyze the driving characteristic of the unmanned driving device, and the maximum deviation distance was 16.81m.

Keywords : High Point Spray, Induction Cable, Orchard, Speed Sprayer, Unmanned Driving

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 : PJ01386003)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Gookhwan Kim(National Institute of Agricultural Sciences)

email: meceng93@Korea.kr

Received October 10, 2023

Revised November 2, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

과수원의 과수 관리를 위해 꽃이 피는 3월부터 열매를 수확하는 11월까지 방제작업, 제초작업, 퇴비 살포 등과 같이 많은 작업이 필요하다. 그 중, 농약 살포는 과실의 품질 향상과 과수에 피해를 주는 병해충의 박멸을 위해 연 12 ~ 15회 정도 실시하는 것을 권장하고 있다[1]. 일반적으로 방제작업은 작업자가 봄형 방제기나 스피드 스프레이어(Speed sprayer)와 같은 농업용 방제 기계를 직접 조작하여 농약살포 작업을 한다. 최근에는 농작업 규모가 커지면서 대부분의 농가에서는 스피드 스프레이어는 18 ~ 19개의 분사 노즐을 부채꼴 형태로 배치하여 펌프를 사용해 고압으로 약액을 밀어내어 노즐로부터 분사되는 약액을 송풍팬의 바람으로 불어내어 넓게 분사하는 방식이다. 하지만, 수고가 낮은 과수에도 적용하기 편리하도록 차체가 1.1 m 정도여서 사과와 같이 4 ~ 5 m 까지 재배하는 경우, 4 m 이상의 높이까지 살포하는 것이 어렵다.

스피드 스프레이어의 분사 효율을 높이기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있으나, 분사 노즐 양옆으로 설치하여 분사하는 방식의 직선형 분무기의 경우에는 옥수수와 같은 발작물에는 효과가 있지만 과수원과 같이 과수열 폭이 좁은 경우에는 나뭇가지나 지주대 등에 걸려서 사용할 수 없다[2]. 또한 리모트 컨트롤러를 이용한 무인 방제기의 연구를 하였으나, 선회 시 나무가 없는 방향의 분사 제어는 작업자가 리모트 컨트롤러를 이용하여 직접 제어를 해야 하므로 작업자가 주위에 있어야만 한다[3]. 이로 인해 방제 시, 작업자가 농약에 노출되지 않도록 방제복을 입고 작업을 해야만 한다. 스피드 스프레이어를 이용하여 방제 작업을 하는 경우에도 작업자가 직접 운전해야 하므로 방제복을 입어도 분사된 농약에 완벽하게 보호되기 어렵다[4]. 무인주행 시스템은 농업용 기계에도 접목해 많은 연구가 이루어졌고 트랙터, 콤팩트 등에 자율주행 시스템이 장착되어 시중에 판매가 되고 있다.

하지만 농업용 기계의 대부분이 GNSS, LIDAR 센서와 같이 고가의 장비를 사용하여 무인주행을 하고 있다[5]. 그에 따라 무인주행 시스템이 장착된 농업용 기계의 가격은 많이 상승하게 되며 이는 농업용 기계를 사용하여 작업을 해야 하는 농민들에게는 큰 부담이 된다. 그리고 GNSS는 농업용 기계의 무인주행을 위해 많이 사용되고 있지만 과수원의 경우 여러 갈래로 뻗어있는 나뭇가지로 인해 canopy가 생성되고 이에 따라 GNSS의 수신이 원활하지 못한 단점이 있다[6].

본 논문은 스피드 스프레이어를 이용하여 농약을 살포

할 때, 과수 상부까지 원활한 방제를 하여 과실의 품질과 생산량을 향상시키는 것과 유도 케이블을 이용한 자율주행 방식을 적용하여 작업자의 과도한 농약 흡입을 미연에 방지하고 작업 피로도를 줄이는 것을 목적으로 스피드 스프레이어의 무인 농작업을 구현하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 양액 분사 장치

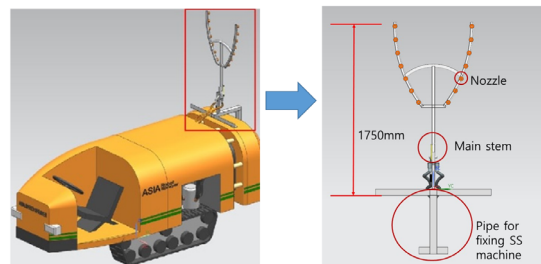


Fig. 1. A picture of Y-type spray nozzle.



Fig. 2. Y-type spray nozzle installed on Speed sprayer.

과수원에서 농약, 영양제 등의 약액을 살포할 때 중요한 것은 약액이 나무와 잎 등 과수에 얼마나 잘 묻느냐는 것이다. 본 연구에서는 약액 살포 시 과수에 묻는 정도인 점착률을 높이기 위해(특히 과수 상부) Y형 분사 노즐을 설계 및 제작하여 스피드 스프레이어(아세아텍, Speed

sprayer) 뒤편 분사 노즐 중앙에 추가 장착하였다. Fig. 1은 Y형 분사 노즐을 나타내고 있는데, 방제 작업을 위해 스피드 스프레이어가 주행할 때 장착된 Y형 분사 노즐이 나뭇가지 등 장애물에 걸리게 될 경우에는 분사 노즐 주 기둥(main stem)이 작업 진행 방향의 뒤쪽으로 접혔다가 장애물을 지난 후에는 다시 펴지도록 하였다.

Y형 분사 노즐의 높이는 스피드 스프레이어로부터 1,750 mm이며 스피드 스프레이어를 포함한 전체 높이는 지면으로부터 2,850 mm 이다. Fig. 2는 Y형 분사 노즐이 장착된 스피드 스프레이어의 모습이다.

2.2 자력선 추종 자율주행 장치

본 논문에서는 농약 살포시 과도한 농약 흡입을 미연에 방지할 목적으로 무인 작업 구현을 위해 자력선 추종 방식의 주행 장치를 개발하였다. 무인 주행 장치는 유도 케이블과 케이블에서 발생하는 전기장 신호를 검출하여 조향을 결정할 수 있는 전기장 검출 센서 두 개로 구성되어 있다. 자력선 추종을 위해 유도 케이블을 단면적 2 mm²의 단선을 사용하여 과수통로 중앙의 땅속 약 5 cm의 지점에 매설하였다. 주행 시험을 위해 매설 경로는 과수열 간 주행로의 시작점을 기준으로 하여 스피드 스프레이어가 과수열 끝 지점에서 선회하여 다음 과수열 사이를 지나는 S자 형태로 매설하였다. Fig. 3은 유도 케이블을 과수원에 매설한 개념도를 보여주고 있다.

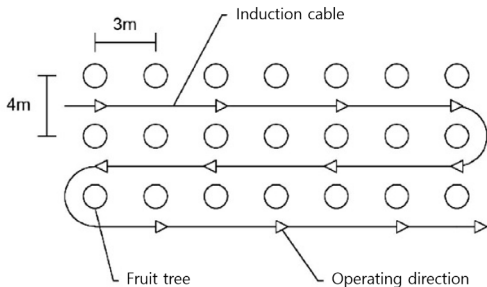


Fig. 3. Example of buried induction cable.

매설된 유도 케이블의 전기장을 검출하기 위하여 2개의 전기장 신호 검출 센서를 장착하였다. 설치 장소는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 궤도의 앞부분 약 60 cm 부분에 차량 중심을 기준으로 좌우 25 cm의 폭으로 장착하였다. 전기장 신호 검출 센서는 전기장 픽업 코일과 신호 처리부로 구성되어 있는데, 좌우 두 개의 센서를 사용하여 전기장 신호를 검출, 비교하여 조향을 결정할 수 있다. 신호 처리부는 노이즈를 제거하고 전기장의 주파

수만 통과시키는 밴드패스 회로, 교류 전압을 직류 전압으로 바꾸기 위한 정류회로, 안정된 직류 전압을 만들기 위한 2개의 적분회로로 구성되어 있다.

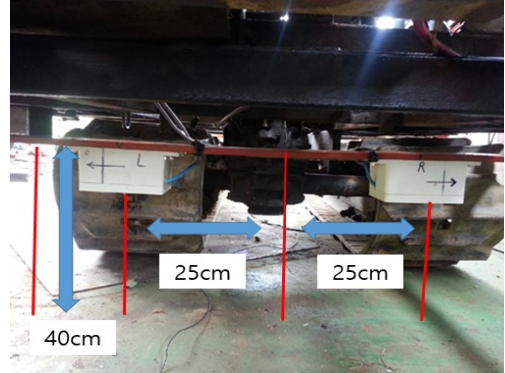


Fig. 4. Location of election field detection sensor.

자력선 추종 방식의 경우 차량이 이동할 때 주행방향으로 경사가 있으면 센서가 지형과 가깝거나 멀어지는 경우가 발생한다. 따라서 높이에 따른 출력값을 측정하였고 각 센서의 출력 전압은 높이 25 cm 부근에서 가장 양호하게 전기장이 검출되는 것을 확인하였다. 지형에 따라 높이가 변하여도 약 15 cm에서 약 60 cm의 높이까지는 신호 검출이 원활하게 되었으며 이는 센서가 설치되어 있는 차량 하부인 지면과 약 40 cm 정도의 높이고 유도 케이블이 매설되어 있는 높이 약 5 cm인 것을 고려하여도 전기장이 검출할 수 있는 범위로 확인되었다. Fig. 5는 높이에 따라 신호의 검출 정도를 나타낸 것이며 그래프의 점선 부분은 출력 전압이 변할 시 높이에 따른 신호의 검출 정도를 나타낸 것이다.

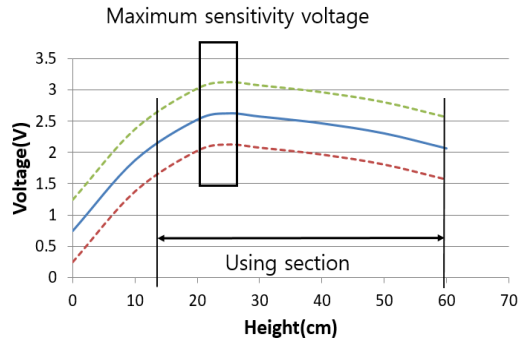


Fig. 5. Output voltage relationship by height of magnetic field signal detection sensor(dotted line : When the output current is increased and lowered)

주행 장치의 조향은 주행 중 검출되는 좌우에 장착된 전기장 검출 센서의 전압값을 비교하여 결정되게 된다. 좌우 센서로부터 검출된 전압 크기를 비교하였을 때, 전압의 크기가 더 큰 방향의 조향 클러치를 끊어주고, 그 후 신호가 같아질 때까지 조향을 한 후, 신호의 오차 범위 내에서는 직진 주행을 수행하도록 하였다. Fig. 6은 신호에 따라 조향을 결정하게 되는 순서도를 나타내고 있다.

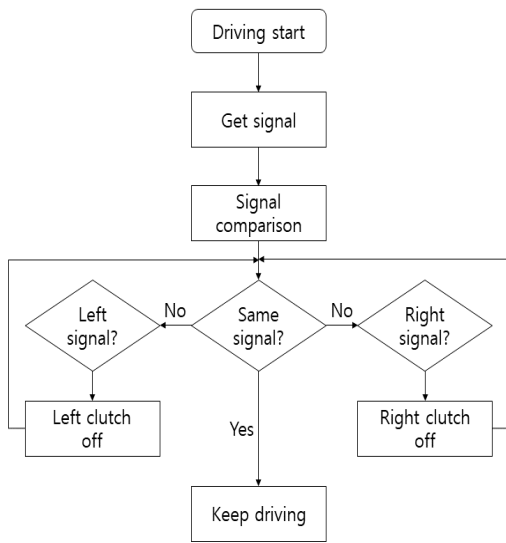


Fig. 6. Flowchart for unmanned driving and steering control.

2.3 시험환경 및 약액 점착률 측정 방법

시험은 경남 거창군 거창읍에 위치한 사과를 재배하는 농가에서 행하였다. 과수의 열간 거리는 4 m, 주간 거리는 3 m 로 평균 10년 이상의 '부사'로 구성된 과원으로, 과수 높이는 3.5 m 이상의 나무 중 무작위로 선정하여 약액의 점착률을 측정하기 위해 감수지(Water sensitive paper, Teejet, Switzerland)를 부착하였다.

약액 점착률을 확인하기 위한 감수지 부착 지점으로는 지면으로부터 1.5 m, 2.5 m, 3.5 m, 4.5 m 로 Fig. 7과 같이 총 4지점을 선정하였다. 52 mm × 76 mm 크기의 감수지를 각 지점에 있는 나뭇잎 앞, 뒷면에 높이별로 부착하여 분사 시험을 수행하였다. 감수지 부착은 1회에 한그루씩 임의 지정하여 시험을 총 10회 수행하였다.

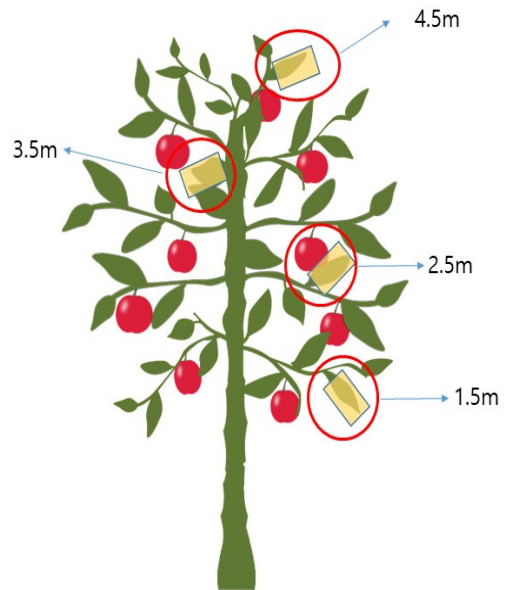


Fig. 7. The location of the water sensitive paper attached to the fruit tree.

약액 분사 후, 각 지점에 부착했던 감수지를 수거하여 영상분석 프로그램(Image J)을 이용하여 약액이 감수지에 점착된 정도를 분석하였다. 감수지의 노란색 부분은 액체가 닿으면 파란색으로 변색되는데, 이러한 특징을 이용하여 변색된 부분을 픽셀값으로 환산하여 약액 점착률을 구하였다. Fig. 8은 감수지에 분사된 약액 점착률을 측정하기 위해 처리한 영상 처리를 보여주고 있다. 분사 노즐을 통해 감수지로 분사된 결과를 스캔하여 이미지 파일로 저장한 후, 8 bit의 그레이 스케일(gray-scale) 이미지로 변환하였다. 이를 임계치(threshold) 변환을 통해 약액이 점착된 부분과 그렇지 않은 부분을 구분하였다. 그 결과를 전체 면적에 대한 점착 부분의 비율로 표시하였다. 이때, 임계치 값은 119로 설정하였다.

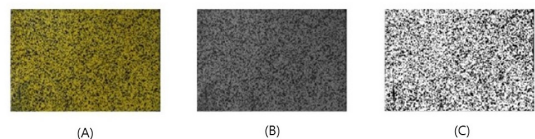


Fig. 8. Conversion process for measuring the sprayed area.

(A) Before conversion, (B) Convert to 8bit black and white image, (C) Convert to threshold

3. 결과 및 고찰

3.1 감수지를 이용한 스피드 스프레이어의 분사 분포

Y형 분사 노즐의 분사 효율을 비교하기 위하여 기본형 스피드 스프레이어의 분사와 Y형 분사 노즐을 장착하여 분사한 결과를 감수지를 통하여 비교하였다. 스피드 스프레이어의 기본적인 분사 형태는 스피드 스프레이어를 기준으로 반원의 형태로 분사하게 되지만, Y형 분사노즐은 노즐을 따라 직선의 형태로 분사하게 되며 노즐을 회전시켜 분사 방향을 조절할 수 있다. 분사 실험에 사용된 스피드 스프레이어의 주행 속도는 저속 2단(1.3 Km/h), 2500 rpm으로 하였으며 분사량은 2 L/min 이다.

방제 후 감수지를 수거하여 변색된 부분의 분포를 비교하였다. Fig. 8은 Y형 분사 노즐을 장착하지 않은 스피드 스프레이어를 사용하여 방제 후 변색된 감수지의 결과를 나타낸다. Fig. 9와 같이 1.5 m 지점에서는 분사량이 많으나 높아질수록 분사량이 많이 감소 되었다. 감수지에 나타난 분사량의 평균은 1.5 m 에서 89.13 %, 2.5 m 에서 92.69 %, 3.5 m 에서 42.23 %, 4.5 m 에서 34.95 % 로 나타났다. 이는 노즐 분사와 송풍에 의해서 분사되는 기존의 스피드 스프레이어의 분사 방식으로는 2.5 m 이상의 높이에서는 과수와 앞으로의 분사량이 감소하였다.

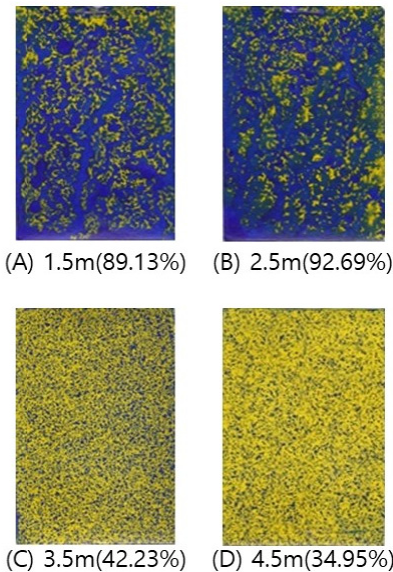


Fig. 9. Results of sprayed using speedsprayer(A : 1.5mm(89.13%), B : 2.5m(92.69%), C : 3.5m(42.23%), D : 4.5m(34.95%)

Y형 분사 노즐을 설치하여 방제한 결과 과수의 상부 지역인 3.5 m 지점과 4.5 m 지점에도 분사량이 증가하였다. Fig. 10은 Y형 분사 노즐을 설치하여 방제한 결과를 나타내며 분무량은 1.5 m 에서 88.14 %, 2.5 m 에서 95.08 %, 3.5 m 에서 93.57 %, 4.5 m 에서 92.27 % 로 전체적으로 비슷한 분사량을 나타냈다. Table 1은 Y형 분사 노즐을 장착하지 않은 스피드 스프레이어를 사용하여 분사 후 결과와 Y형 분사 노즐을 사용하여 분사한 결과를 나타낸 것이다.

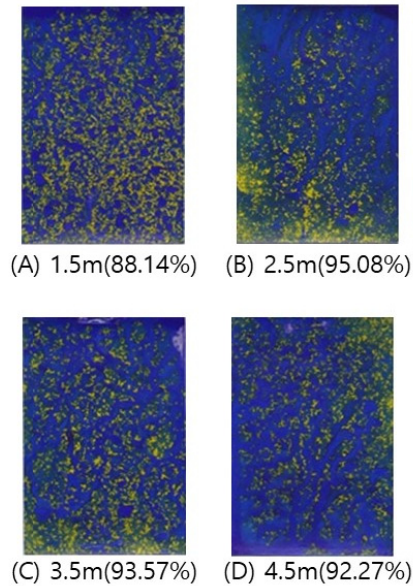


Fig. 10. Results of sprayed using speed sprayer with Y-type spray nozzle(A : 1.5mm(88.14%), B : 2.5m(95.08%), C : 3.5m(93.57%), D : 4.5m(92.27%)

Table 1. Spraying results of using basic and Y-type spraying nozzles by height.(unit : %)

	1.5m	2.5m	3.5m	4.5m
basic	89.13%	92.69%	42.23%	34.95%
Y type	88.14%	95.08%	93.57%	92.27%

3.2 고정밀 GNSS를 이용한 경로 비교

매설된 유도 케이블의 경로와 실제 주행의 경로를 비교하기 위하여 고정밀 GNSS(Trimble GPS PROXRT-2 / GNSS receiver, Trimble, USA)를 사용하여 경로를 측정하였다. Fig. 11은 매설된 케이블의 경로를 위-경도로 나타낸 것이다.

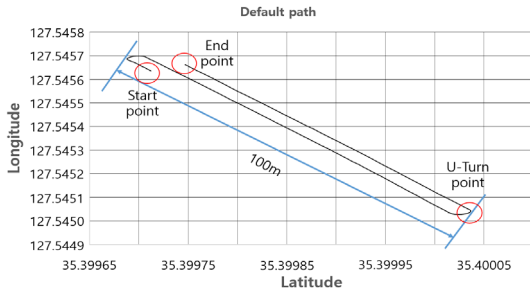


Fig. 11. GPS coordinates of buried induction cable.

저속(약 1.5 km/h)과 중속(약 3 km/h) 두 가지 속도로 주행한 결과와 매설된 유도 케이블의 경로를 비교하였다. 주행 횟수는 저속에서 3번, 중속에서 3번의 주행을 측정하였다. 저속과 중속 모두 전체적인 경로 이탈은 없었으나 일부 구간에서 순간적인 이탈을 보였다. 이탈된 거리를 측정하기 위하여 GPS안테나를 스피드 스프레이어의 중심에 설치하여 저속과 중속으로 주행하면서 좌표를 획득하였고, 획득한 좌표를 유도케이블의 GPS 경로 좌표와 비교하였다. 순간적인 이탈에 대한 주행오차는 Eq. (1)을 사용하여 매설된 유도 케이블의 경로로부터 스피드 스프레이어까지의 최단거리를 측정하였다.

$$\frac{(X_n - X_c)(Y_{n+1} - Y_c) - (Y_n - Y_c)(X_{n+1} - X_c)}{\sqrt{(X_{n+1} - X_c)^2 + (Y_{n+1} - Y_c)^2}} \quad (1)$$

Where, X_n, Y_n denotes starting point, X_{n+1}, Y_{n+1} denotes target waypoint, X_c, Y_c denotes center coordinate point of speed sprayer

Eq. (1)을 통하여 나타난 유도케이블과 스피드 스프레이어의 주행 오차는 최대 이탈 거리가 약 0.174 m 로 나타났다. Fig. 12는 주행에 따른 횡편차를 나타내며 Fig. 13은 주행 시 이탈되는 거리의 분포 예시를 나타낸다.

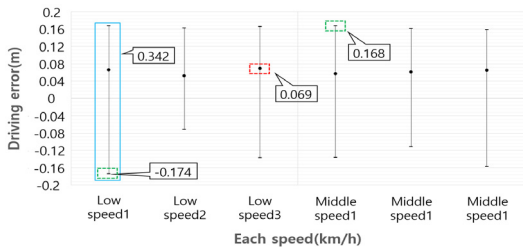


Fig. 12. Lateral deviation according to driving(blue box : maximum driving error width, red box : standard deviation, green box : maximum driving error, low speed : about 1.5 km/h, middle speed : about 3.0 km/h).

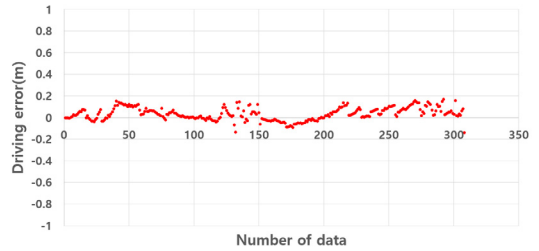


Fig. 13. Example of driving error according to driving (minus way : the other way of plus way).

주행 속도를 4 km/h 이상으로 하여 주행 시에는 경로 자체를 이탈하지는 않았으나 일정 거리를 지그재그로 주행하였다. 이는 좌우 조향 시 클리치를 이용하여 동력을 끊어주었다가 다시 연결하는 과정에서 클리치의 동작 응답 특성이 느려 시간 지연이 나타난 결과로 추정된다.

4. 결론

본 연구에서는 과수 상부의 분사율 향상과 유도 케이블을 통한 자율주행 시스템을 구현하는 것을 목적으로 기존의 스피드 스프레이어에 Y형 분사 노즐과 자력선 추종 자율주행 장치를 개발 및 설치하였으며, 약액 분사량과 자력선 추종 주행오차 실험을 한 결과는 다음과 같다.

- 1) 감수지를 이용하여 기존의 스피드 스프레이어와 Y형 분사 노즐을 장착 후 분사한 결과를 비교한 결과로 기존의 스피드 스프레이어의 분사량은 1.5 m 에서 89.13 %, 2.5 m 에서 92.69 %, 3.5 m 에서 42.23 %, 4.5 m 에서 34.95 % 로 나타났으며, Y형 분사 노즐을 장착하여 분사한 결과는 1.5 m 에서 88.14 %, 2.5 m 에서 95.08 %, 3.5 m 에서 93.57 %, 4.5 m 에서 92.27 % 로 나타났다.
- 2) GNSS를 이용하여 측정한 이탈거리는 저속(약 1.5km/h)과 중속(약 3 km/h)에서 각 3번씩 주행을 하였으며 저속에서의 평균 이탈거리는 0.058 m, 0.055 m, 0.064 m 이며 중속에서의 평균 이탈거리는 0.053 m, 0.061 m, 0.059 m 로 나타났다. 최대 이탈거리는 약 0.174 m 로 나타났다.

유도 케이블을 이용한 무인주행 시스템은 나뭇가지나 높게 자란 풀, 과수 근처에 세워진 지주대 등과 같이 작업 중 무시해도 상관없는 장애물들을 신경쓰지 않고 과수 상부까지의 높은 방제율과 작업자를 보호할 수 있는 무인주행을 겸하여 작업이 가능한 시스템이다. 유도 케이블을

이용한 무인주행 시스템은 퇴비살포기, 제초기와 같은 작업기에 접목시켜 작업자를 위험으로부터 방지할 수 있다.

References

- [1] C. J. Yang, G. H. Kim, M. H. Lee, K. C. Kim, Y. K. Hong, "An intelligent spraying machine capable of selective spraying corresponding to the shape of fruit trees using LiDAR", *Journal of drive and control*, Vol.17, No.4, pp.23-30, Dec. 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.7839/ksfc.2020.17.4.023>
- [2] H. Choi, C. S. Shin, T. H. Kim, "Study for Boom type speed sprayer Development(I)", *Journal of Korean society for agricultural machinery*, Gunwi,Korea, Vol.22, No.1, pp.5-5, Apr. 2017.
- [3] I. J. Jang, T. H. Kim, M. D. Cho, "Development of Unmanned Speed Sprayer(I) -Remote Control and Induction Cable System-", *Journal of Korean society for agricultural machinery*, Vol.20, No.3, pp.226-235, Sep. 1995.
- [4] T. S. Kang, G. J. Kim, I. J. Choi, Y. J. Kwon, K. S. Lee, "Exposure Assessment of Korean Farmers While Applying Chlorpyrifos and Chlorothalonil on Pear and Red Pepper", *Korean J of Rural Med*, Vol.29, No.2, pp.249-263, Dec. 2004.
- [5] Y. T. Kim, Y. H. Kim, S. M. Baek, Y. J. Kim, "Technology Trend on Autonomous Agricultural Machinery", *Journal of Drive and Control*, Vol.19, No.1, pp.95-99, Mar. 2022.
- [6] S. Y. Yu, S. M. Ji, Y. H. Kim, H. J. Kim, "Application of Vision Sensors for Auto-guidance and Yield Monitoring of an Unmanned Orchard Robot", *Journal of Korean society for agricultural machinery*, Daegu, Korea, Vol.27, No.2, pp.213-213, Nov. 2022.

장 호 승(Hoseung Jang)

[정회원]



- 2016년 8월 : 경북대학교 일반대학원 생물산업기계공학과 (공학석사)
- 2019년 2월 : 경북대학교 일반대학원 생물산업기계공학과 (공학박사)
- 2019년 3월 ~ 2023년 1월 : 경북대학교 발농업 기계개발 연구센터 연구원

• 2023년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 PostDoc

<관심분야>

농업로봇, 제어계측

전 진 택(Jintack Jeon)

[정회원]



- 2022년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 연구원
- 2023년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 농업기계공학과 재학 (석박사통합과정)

<관심분야>

농업로봇, 자율주행

홍 영 기(Young-Ki Hong)

[정회원]



- 2001년 3월 : 일본 동경농업대학교 농업공학전공 (공학석사)
- 2004년 3월 : 일본 동경농업대학교 생물환경조절학전공 (공학박사)
- 2004년 4월 ~ 2006년 3월 : 일본 동경농업대학교 종합연구소 박사후 연구원

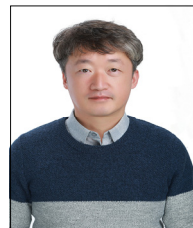
• 2007년 12월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구관

<관심분야>

영상처리, 패턴인식, 기계학습, 인공지능, 정보통신

김 국 환(Gookhwan Kim)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경희대학교 일반대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2010년 2월 : 경희대학교 일반대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2010년 3월 ~ 2014년 12월 : 농촌진흥청 국립농업과학원 PostDoc
- 2015년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>

농업로봇, 자율항법기술