

온라인 드론방제 관리 정보 플랫폼 개발

임진택¹, 이상범^{2*}

¹전주비전대학교 전기과, ²대우조선해양 선박해양연구소

Development of online drone control management information platform

Jin-Taek Lim¹, Sang-Beom Lee^{2*}

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju

²Ship and Ocean R&D Institute, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd.

요 약 최근 4차 산업에 대한 관심으로 농업 분야의 벼농사에서 농민의 방제에 대한 요구수준이 증가하고 농업용 방제 드론의 관심과 활용이 증가하고 있다. 따라서 고농도의 농약을 살포하는 농업용 방제 드론 제품의 다양화와 드론 국가자격증 취득으로 인한 방제사의 증가로 인하여 드론 산업 분야에서 농업 분야가 급성장하고 있다. 세부 사업으로 농약 관리, 방제사 관리, 정밀살포, 방제 작업 물량 분류, 정산, 토양관리, 병충해 예측 및 감시 등으로 방대한 빅데이터를 구축하고 데이터를 처리하기 위한 효과적인 플랫폼을 요구하고 있다. 그러나 데이터 분석알고리즘, 영상 분석 알고리즘, 생육 관리 알고리즘, AI 알고리즘 등 이를 통합하고 빅데이터를 처리하기 위한 모델과 프로그램 개발에 대한 국내외 연구는 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 농업 분야에서의 관리자와 농민 요구도를 만족하고 드론을 활용한 농업용 드론방제 프로세서를 기반으로 정밀 AI 방제를 실현화시키기 위하여 온라인 드론 방제 관리 정보 플랫폼을 제안하고 실증 실험을 통하여 종합 관리 시스템 개발의 토대를 제시하였다.

• 주제어 : 농업용 방제드론, 방제관리 모델, 온라인 정보시스템, AI방제, 정밀농업

Abstract Recently, interests in the 4th industry have increased the level of demand for pest control by farmers in the field of rice farming, and the interests and use of agricultural pest control drones. Therefore, the diversification of agricultural control drones that spray high-concentration pesticides and the increase of agricultural exterminators due to the acquisition of national drone certifications are rapidly developing the agricultural sector in the drone industry. In addition, as detailed projects, an effective platform is required to construct large-scale big data due to pesticide management, exterminator management, precise spraying, pest control work volume classification, settlement, soil management, prediction and monitoring of damages by pests, etc. and to process the data. However, studies in South Korea and other countries on development of models and programs to integrate and process the big data such as data analysis algorithms, image analysis algorithms, growth management algorithms, AI algorithms, etc. are insufficient. This paper proposed an online drone pest control management information platform to meet the needs of managers and farmers in the agricultural field and to realize precise AI pest control based on the agricultural drone pest control processor using drones and presented foundation for development of a comprehensive management system through empirical experiments.

• Key Words : Agricultural control drone, control management model, online information system, AI control, precision agriculture

Received 29 October 2021, Revised 26 December 2021, Accepted 28 December 2021

* Corresponding Author Sang-Beom Lee, Ship and Ocean R&D Institute, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd., Geoje-daero, Geoje-si, Gyeongsangnam-do, Republic of Korea, E-mail: lsb7766@gmail.com

I. 서론

최근 국내 산업은 4차 산업혁명 시대의 시작으로 산업기술이 전기·전자·통신화 되고 기존의 기계식 기초의 산업에서 자동화 산업인 디지털 전환 시대를 맞이하고 있다. 이러한 디지털 전환 시대에서 반도체의 중요성이 증가하고 송·수신 통신 장비와 취득된 데이터를 분석하는 알고리즘 및 프로그램 개발의 중요성이 증대되고 있다. 이를 실현화 시키기 위해 컴퓨터 언어의 보급이 확대되고 사용자 측면에서의 편리하고 개발 시간을 단축하려는 필요성과 업체들의 노력, 개개인의 관심사가 증대되면서 누구나 창의적 부분을 현실화시킬 수 있는 시점에 이르게 되었다. 그러나 현재의 농업용 방제를 위한 관리 프로그램은 작업지시와 원격 기능에 중점을 두고 개발이 되어 있어 다양한 변수에 대한 확률론적 빅데이터 분석이 불가능하고 정확한 결과물을 예측하기가 어렵다.

2020년 3월경 코로나바이러스(COVID-19) 감염이 전 세계적으로 전파됨에 따라 국제보건기구(WHO)의 역할 부재와 예측의 불확실성으로 인하여 국내 및 국제 사회에 큰 충격을 주고 있으며 초기 대응 실패로 위드코로나의 결과물을 보이고 있다. 그러나 미래의 새로운 감염병에 대한 전계의 인구는 감염병에 대한 심리 불안 및 우울감에 정신건강 위험 지표에 대한 다양한 영향을 미치고 있으며 관련 연구들이 2년 동안 진행되어왔다. 코로나바이러스 감염에 대한 일반대중들의 심리·사회적 경험들이 인간의 불안과 우울감을 증가시키고 관련 심리 치료가 필요하다는 결과를 보이고 있다[1]. 우리나라는 팬데믹 상황을 경험하면서 의료선진국으로 성장하고 있으며 건강관리가 어려운 집단과 건강에 대한 낮은 인식을 보인 집단에 감염병이 치명적으로 작용할 것이며 의식주에 대한 요인을 고려하여 다양한 정책 발전이 필요하다고 보고 있다[2]. 이러한 건강에 대한 중요성과 함께 건강한 먹거리에 대한 관심도 증가하고 있다. 이는 미래 식량 부족으로 인한 문제와 기후의 변화로 식량 문제가 대두되고 환경오염을 최소화하여 안전한 농산물 수확량을 극대화하기 위해서는 정밀방제가 필수이다[3].

드론으로 정밀방제를 구현하기 위해서는 농약 살포를 첨단(신기술) 분야의 기술을 접목해 정밀방제를 구현하고자 한다. 현재 농업 분야에서는 ICT(Information and Communications Technologies) 기술을 접목하여 살

포 시스템, 스마트 온실 하우스, 작물의 생육환경 모니터링 등 농업 분야에 활용되고 있으며 투자 비용이 높고 고수익의 발생으로 일반 농업이 아닌 기업체 운영으로 인식되고 있다. 그러나 농업 분야에서의 핵심은 고령화로 인해 심각한 문제가 되고 있는 농민들의 인력 대체이다. 농민과 상생 관계의 역할을 하는 핵심 장비는 농업용 방제 드론이다. 농업용 방제 드론으로 유통되는 드론은 대부분 중국의 OEM 방식으로 제작되어 국내 보급되고 있다. 정밀농업을 구현하기 위해서는 기자재 개발이 필수이며 관련 살포 특성 및 드론 운용과 관련된 매뉴얼이 있어야 가능하다. 실제 국내에서 드론 부품 제작이 가능하나 경제성과 드론의 성능에 큰 차이가 있어 현실적으로는 경쟁력을 갖추기에는 한계가 있다. 이에 국내에 수입되고 있는 모든 드론에 대한 특성 분석이 가능하고 방제 실무에 투입이 가능한 범용성 높은 플랫폼 개발이 요구되고 있다. 이러한 플랫폼은 농약 살포 기능을 가진 하드웨어적 부분을 포함하고 주어진 임무 수행의 목적에 따라 최적의 효율을 높여야 한다. 기존에는 GPS 센서의 작동 불확실성으로 인하여 기체 호버링에 대한 안전성이 떨어지고 사고를 방지하기 위하여 고가의 LiDAR 센서 장착 및 시스템 개발로 장애물을 회피하는 임무 수행연구가 진행되고 있다[4]. 정밀방제의 임무 수행을 위해서 제안하는 플랫폼에 포함되는 모듈은 LiDAR 센서 모듈, 방제 작업관리 모듈, 농약 희석배출 산출 모듈을 탑재하여 농업용 방제 드론의 AI 자동화가 필요하다. 특히 관리 부분에서 다양한 빅데이터 수집이 가능하고 실시간 벼의 생육 과정 전반에 걸친 분석이 가능한 알고리즘 개발, 물관리, 토양관리, 시기별 관리, 병충해 관리가 가능한 플랫폼과 연동되어 다양한 임무 수행이 가능해야 한다. 이를 토대로 날씨, 모종, 농약, 비료 등으로 파생되는 다양한 변수에 대해 상관관계 분석이 가능하고 예측 및 예방이 가능한 모니터링 시스템 구축을 통하여 작물의 수확량을 최대로 늘릴 수 있다. 그러나 현재 부품별 세부 특성 분석, 농업용 방제 드론의 종류, 작물의 종류, 병충해의 조건 등 다양한 변수를 고려하지 않고 드론의 효율성 연구만 진행되어왔다. 이러한 연구는 농업 분야의 영향성은 미비하고 이를 개선하기 위한 전체 플랫폼 구축 및 빅데이터 확보로 정밀농업이 가능한 환경조성이 시급한 실정이다.

본 논문에서는 4차 산업의 기술 접목이 가능하고 정밀방제를 통한 안전한 먹거리 확보, 방제사의 노후우

에 의존하고 있는 데이터를 정량화하여 매뉴얼 확보가 가능한 온라인 드론 방제 관리 정보 플랫폼 구축을 목표로 한다. 이번 연구에서는 농약 살포 방제기에 대한 패러다임의 전환이 시작되고 있어 AI 기반의 딥러닝을 통한 농작물 생육상태 분석이 가능하고, 병충해 예찰 및 실시간 감시, 방제사의 실시간 방제 모니터링, 방제사의 비행 속도를 고려한 약제 희석배율 산정, 토양관리, 정산 등의 기능이 추가가 가능하도록 기본 플랫폼을 구축하기로 한다. 이를 기반으로 프로타입의 시스템(가칭 VDMS : Vision Drone Management System)를 제안하고자 한다. 본 프로그램은 2021년 7월~10월까지 방제관리자 및 방제사를 대상으로 실제 관리프로그램을 운영하여 수정 보완하였으며 실증단지의 운영 사례 결과를 바탕으로 적합성과 타당성을 검증하는 데 목적이 있다.

II. 방제관리 플랫폼의 특징

2.1 방제용 드론 방제면적 산출

선행연구에서 방제용 드론의 정확한 면적을 산출하기 위하여 드론별 약제 유효 살포 시간, 유효분사 간격에 대한 Domain을 정의하였다[5]. 또한 약제의 종류에 따른 실험이 어려워 약제별 가중치를 적용하여 기체 모델과 펌프에 따른 최소제곱법(Method of least squares)을 제안하였다. 이러한 기초연구는 국내의 드론 제작으로 경제성과 드론의 성능 차이에 대한 해결책이 부족하고 보편화 되어 있는 드론을 대상으로 국내 환경에 맞는 운영 매뉴얼을 제시하기 위하여 범용성 높은 알고리즘을 개발하였다. 또한 방제사의 드론 조종 노하우에 따른 농약 희석배율을 고려하지 못했다는 점이다. 이를 보완하기 위해 본 연구인 VDMS 플랫폼에는 방제사의 조종 실력에 따른 농약 희석 배율을 산정하여 최종 단위 면적에 살포되는 농약의 희석 농도를 동일하게 하기 위해 관련 모듈을 추가 개발하여 탑재하였다. 농업용 방제 드론의 특성을 고려하고 방제 물량의 종류의 다양성을 고려하여 국내 보급된 모든 드론을 대상으로 방제 면적 산출이 가능하도록 정식화하면 다음과 같다.

$$FGA_{ij} = ET_{ij} \times \frac{100}{DAT_i} \times ND_{AB_{ij}} \quad (1)$$

ET_{ij} : 농업용 방제드론 i의 농약 j 유효분사시간[s]

DAT_i : 농업용 방제드론 i의 100m 도착 시간[s]

$ND_{AB_{ij}}$: j 농약을 탑재한 농업용 방제드론 i의 유효 살포 간격[m]

FGA_{ij} : 농업용 방제드론 i의 농약 j 살포면적[m²]

2.2 방제용 드론 희석배율 적용 알고리즘

농업용 드론으로 방제 시 사용하는 UAV 전용 농약은 해충별로 물 20L 기준으로 10아르당 사용면적에 대한 약량 및 살포량의 기준표를 제시하고 있다.

Table 1. Application target and amount of liquid wettable powder UAV exclusive drug

Crops	Pest	Pesticide per 20L of water	Usage per 1000m ² (10a)	
			Pesticide amount	Spray amount
Rice	Brown plant hopper (UAV)	1,250ml	50ml	0.8L

농업용 방제 드론은 기체에 탑재 가능한 물량이 5L~ 50L 이하의 제품이 출시되고 있으며 초경량비행장치인 농업용 방제드론은 항공법규에서 무인비행 장치 중 무인멀티콥터(드론)는 연료의 중량을 제외한 자체 중량이 150kg 이하로 규정하며 최대 150L 이하까지 물량의 탑재가 가능하다. 따라서 기존의 농약의 기준표인 20L 산출에서 벗어나 탑재 물량의 양에 따라 자유롭게 희석 배율 산출이 필요하며 현장에서 방제사가 드론의 속도, 노즐의 특성, 기체의 탑재 물량, 펌프의 규격, 유효 살포 간격 등을 종합적으로 고려하여 희석 배율을 산출하는 데는 한계가 있다. 본 연구에서는 드론 운영 맞춤형 농약 희석배율 산정이 가능하도록 정식화하였다.

$$UAVP_{ij} = \frac{FGA_{ij} \times 3.305785}{1000 \times DM_j} \quad (2)$$

DM_j : 1아르당 농약 j 희석배율

$UAVP_{ij}$: 농업용 방제드론 i의 농약 j의 약량[L]

2.3 온라인 드론방제 관리 정보 플랫폼 개념도

본 논문에서 온라인 드론 방제 관리 플랫폼에 대한 개념도를 보이면 다음과 같다. 빅데이터 수집이 가능하도록 서버를 구축하였으며 이를 통하여 다양한 모듈의 장착이 가능하도록 설계하였다.

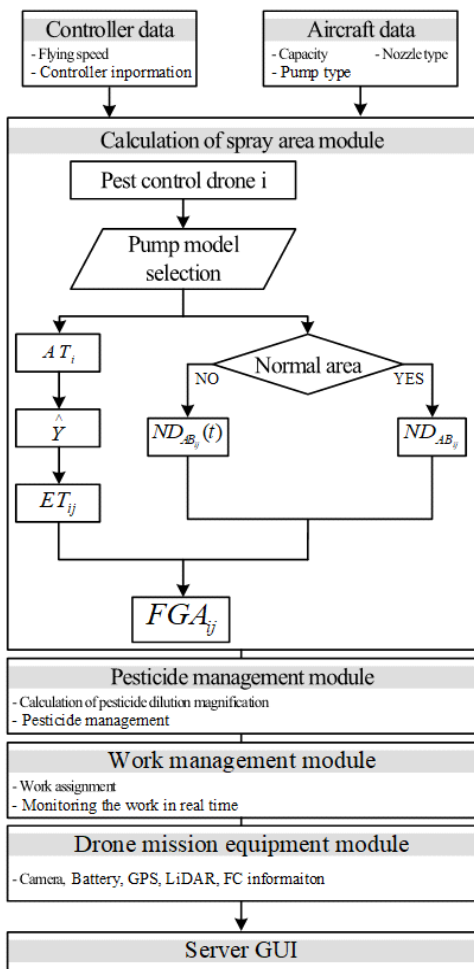


Fig. 1 Drone control management information platform conceptual diagram

본 플랫폼의 실용화를 위해서는 실시간 데이터 공유가 필수적이다. 이를 통하여 실시간 드론의 작업을

과 이동 경로를 파악하고 취득된 데이터를 기반으로 다양한 미션이 가능하다. 최근 ICT 기반으로 방제 드론의 실시간 이동 경로를 추적하여 실시간 공유할 수 있는 기술이 개발되고 있다[6]. 관련 기술 및 정보를 실시간 온라인으로 연계하여 방제사들의 위치와 드론의 위치를 파악하고 방제작업 수행에 대한 관리가 가능하도록 관련 연구가 지속적으로 진행되어야 한다. 본 연구에서는 온라인 드론 방제 관리 정보 플랫폼의 기반을 구축을 위하여 프로토타입으로 시각화하였으며 애로사항 및 운영자 측면에서의 기능을 고려하여 간소화하고 쉽게 정보 파악이 가능하도록 배너와 기능을 구성하였다. VDMS의 관리자 모드, 방제사 모드, 소비자 모드로 사용자에 따른 메인화면을 구성하여 사용자에 따라 배너 구성을 최적화하였으며 시각화 화면은 다음과 같다.

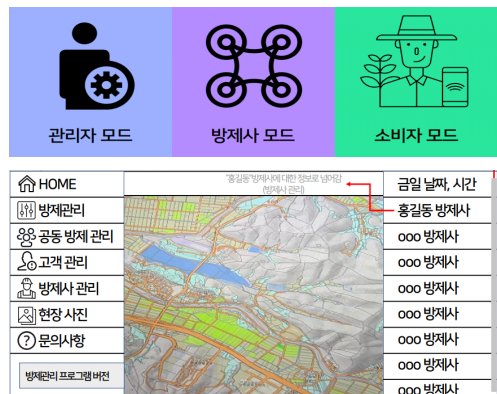


Fig. 2. Composition of drone control management information module customized for field work

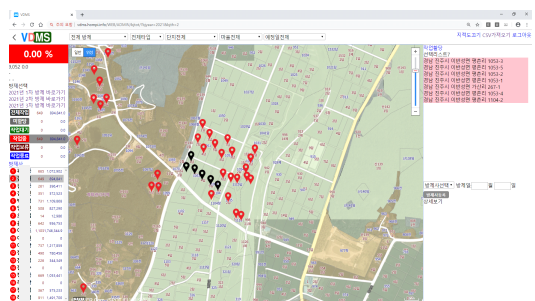


Fig. 3. Online drone control management information platform visualization

III. 사례연구

본 연구에서 개발된 알고리즘을 적용하여 방제사별 희석 배율을 산정한 결과 다음과 같다. A 방제사의 노하우와 기체의 살포 특성을 고려하여 기체의 총 탑재 물량은 10L, A 방제사의 최종 방제면적은 2,420평이다. 기체고도, 기체속도, 살포 폭을 고려하여 액상 약제 2 종류를 혼용 시 희석배율을 산정하면 다음과 같다.

Table 2. 10L agricultural control drone mixed drug dilution ratio calculation result

Aircraft Altitude [m]	Aircraft Speed [m/s]	Spray interval [m]	Pesticide 1 [L]	Pesticide 2 [L]	Water amount [L]
3	5	6.4	0.4	0.8	8.8

방제사별 농업용 방제 드론의 종류는 단일 기종으로 실시하였고 관련 특성을 포함하여 최종 면적을 산출하였다. 사례연구를 통하여 VDMS에 취득된 결과를 바탕으로 방제사의 1일 작업면적을 기준으로 실제 방제사별 공급된 약제와 방제사의 노하우를 고려한 방제면적 산정 모듈에서 계산된 수치를 비교하면 다음과 같다.

Table 3. Daily work results and error analysis by pesticide company

Division		A flight pilot	B flight pilot	C flight pilot
Pest control area per day[pyeong]		70,974	49,682	28,151
number of take-offs[time]		26	26	22
Aircraft Speed[m/s]		5.8	4	3
Spray interval[m]		6.4	5.6	5
Pesticide 1[L]	actual amount of pesticide	23	18	9
	Theoretical value	11.73	8.21	4.65
	%Error	96%	119%	93.6%
Pesticide 2[L]	actual amount of pesticide	45	36	18
	Theoretical value	23.46	16.42	9.3
	%Error	92%	119%	94%
Water amount[L]	Theoretical value	224.8	235.36	234.14

방제사별 농업용 방제 드론 작업 결과를 바탕으로 오차를 분석한 결과 평균 102%의 오차를 보이고 있으며 실제 방제 면적을 대상으로 혼합약제의 희석 배율을 고려한 농약량을 산정한 결과 2배의 농약이 방제사들에게 제공되었다.

IV. 결론

본 연구는 최근 4차산업시대에 급부상하고 있는 드론으로 농업용으로 사용되는 방제 드론의 효율성과 작업의 효율을 높이기 위한 온라인 드론 방제 관리 플랫폼을 새롭게 제안하는 논문이다.

프로토타입으로 온라인 드론방제 관리 시스템을 구축하였고 방제사별 정확한 방제면적 산출, 기체특성, 실시간 정보시스템 망으로 작업관리가 가능한 VDMS라는 플랫폼을 개발하였다. 이는 다양한 방제관리 모듈, LiDAR 센서 모듈, 방제 작업관리 모듈, 농약 희석배율 산출 모듈을 탑재하여 드론을 활용한 정밀 방제가 가능하도록 구성하였다. 이는 실시간 정보를 제공하고 방제사가 확인하여 방제의 정밀도를 높이고 잔류농약 허용기준인 PLS(Positive List System)법을 만족하는 운영 매뉴얼 제시가 가능하다.

VDMS의 시범운영으로 실제 방제사의 드론 운영 시 제공되는 농약 산출 시 면적에 따른 농약량을 산출하였지만, 방제사의 기체 속도에 따른 면적의 차이가 발생하여 평균 2배 이상의 농약을 사용하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 농업용 방제기의 단점인 비산 현상에 대한 변수를 고려해야 하므로 실제 이를 정량적으로 산출하기에는 지속적인 연구가 요구된다. 따라서 본 실증 연구를 통하여 농약 과다 사용에 대한 확인이 가능하였다. 추가로 파생되는 다양한 연구는 본 VDMS 플랫폼을 기반으로 개발 적용이 가능하고 방제의 업무 효율을 획기적으로 높이는 것이 가능할 것으로 사료된다.

본 논문에서 제안하는 플랫폼과 다양한 모듈을 제시하고 이를 활용한 사례연구는 방제드론의 관리 측면에서 정밀방제를 위한 기초선행연구이며 농업용 방제 드론으로 농약 살포시 비산을 방지하고 취득된 빅데이터를 통하여 병충해를 사전에 예찰 및 예방을 통하여 1차 산업 및 드론 산업의 발전에 기여하고자 한다. 또한 농업 분야의 고령화 문제를 해결하는 지속적인 매뉴얼 구축 관련 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2021학년도 전주비전대학교 교내 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

REFERENCES

- [1] S. Y. Park, O. S. Choi, D. H. Yun, "Exploring Emotion, Psychological Status and Coping Strategies of Adult Athlete During COVID-19 Pandemic," Korean Journal of Sport Psychology, vol.32 no.1, pp. 13-32, 2021.
- [2] S. N. Jang, J. H. Lee, C. O. Kim, H. H. Heo, J. N. Hwang, T. Y. Kim, "Developing key indicators of health equity and strategies for reducing health disparity in National Health Plan," Korean Journal of Health Education and Promotion, vol.34 no.4, pp. 41-57, 2017.
- [3] S. D. Suh, Y. J. Kim, E. J. Kim, "A Plan to Establish Precision Agricultural System to Enhance Agricultural Competitiveness," Korea Rural Economic Research Institute Basic Research Report, pp. 38-42, 10, 2021.
- [4] U. P. Chong¹, W. J. An, Y. M. Kim, J. C. Lee, "An Automatic Collision Avoidance System for Drone using a LiDAR sensor," Journal of the Korea Institute of Convergence Signal Processing, vol.19 no.2, pp. 54-60, 2018.
- [5] J. T. Lim, "Development of Spray Calculation Algorithm Using the Pest Control Drones," Journal of Convergence for Information Technology, vol.10 no.10, pp. 135-142, 2020.

저자소개

임진택 (Jin-Taek Lim)



2011년 2월 : 경상대학교
전기공학과(공학사)
2013년 2월 : 경상대학교
전기공학과(공학석사)
2016년 2월 : 경상대학교
전기공학과(공학박사)
2019년 2월~현재 : 전주비전대학교
조교수

관심분야 : 시스템, 농업용드론, 온라인 정보시스템

이상범 (Sang-Beom Lee)



2003년 2월 : 부산대학교
조선해양공학과(공학사)
2007년 2월 : 부산대학교
조선해양학과(공학석사)
2013년 2월 : 부산대학교
조선해양학과(공학석사)
2018년 4월~현재 : 대우조선해양
선박해양연구소 책임연구원

관심분야 : 선박운동, 슬로싱, 유체 충격하중