



फवारणी करणाऱ्या यंत्रमानवामागील तंत्रज्ञान



अत्याधुनिक
तंत्रज्ञान

डॉ. सुनील गोरेंकार
७९८८१५९५०८९

भाग : ३३

या लेखात रोग व कीड नियंत्रणासाठी स्वायत्तपणे फवारणी करणाऱ्या यंत्रमानवामागील तंत्रज्ञान समजून घेऊ. त्यातून हे स्वायत्त यंत्रमानव कसे कार्य करतात, याची माहिती मिळेल.

फवारणी यंत्रमानवाचे विविध घटक अथवा प्रणाली

यंत्रमानवाचे स्थान निश्चितीकरण व प्रवास

फवारणी यंत्रमानवावर 'वैश्विक स्थान निश्चितीकरण प्रणाली' (GPS) स्थापित केलेले असते. त्याद्वारे यंत्रमानव स्वतःचे शेतामधील नेमके स्थान निश्चित करतो. त्यावर आधारित पूर्वनियोजित किंवा त्यास आखून दिलेल्या मार्गावरून शेतामध्ये फिरू शकतो.

फवारणी क्षेत्राचे नियोजन करण्याची क्षमता असलेले संगणकीय प्रारूप संपूर्ण शेत किंवा शेतातील केवळ प्रादुर्भाव असलेल्या भागांमध्ये फवारणी करण्यासाठी यंत्रमानव त्या भागामध्ये फिरण्याची आवश्यकता असते. त्यासाठी त्या फवारणी क्षेत्राचा अंकात्मक नकाशा (Digital Map) यंत्रमानवावर स्थापित विशिष्ट प्रकारच्या संगणकीय प्रारूपाकडे दिला जातो किंवा तो यंत्रमानवाच्या स्मृती (मेमरी)मध्ये साठविला जातो. यंत्रमानवावरील स्थापित केलेल्या जॉर्पीस प्रणाली व अंकात्मक नकाशांमधील माहिती आणि त्यानुसार करावयाचा प्रवास यांची सांगड घातली जाते. त्या मार्गाने यंत्रमानव फवारणीचे काम करत पुढे जातो.

यंत्रमानव नियंत्रण पद्धत

अ) स्वायत्त पद्धत (Autonomous) : स्वायत्त फवारणी यंत्रमानव शेतामध्ये जॉर्पीस व अंकात्मक नकाशांमधील माहितीचा वापर करून स्वायत्तपणे म्हणजे स्वतःच फिरू शकतात. तसेच दिलेल्या क्षेत्रातील फवारणीची आवश्यकता असलेले भाग ओळखून कुठे व किती फवारणी करावयाची याचे निर्णय घेऊ शकतात.

ब) मानवाद्वारे दूरस्थ नियंत्रण पद्धत (Remote Controlled Mode) : या पद्धतीद्वारे कार्य करणाऱ्या यंत्रमानवाचा शेतामधील प्रवास हा माणसाकडून नियंत्रकाद्वारे दूरस्थपणे नियंत्रित केला जाऊ शकतो. म्हणजे यंत्रमानव शेतातील कोणत्या भागात फिरावा, त्याने कुठे फवारणी करावी इ. याचे निर्णय शेतकरी घेऊ शकतो. त्यामध्ये आवश्यकतेप्रमाणे योग्य तो बदल करू शकतो.

अचूक फवारणी यंत्रणा

अ) फवारणीचे नोझल्स : यंत्रमानवावर रसायनाची फवारणी करण्यासाठी विशिष्ट प्रकारचे नोझल्स स्थापित केलेले असतात. त्यात फवारणीचा आकृतिबंध (Spray Pattern), येवाचा आकार व प्रवाह आवश्यकतेप्रमाणे स्वयंचालितपणे बदलण्याची क्षमता असते.

ब) संवेदक : रोग व कीड प्रभावित क्षेत्र ओळखणे, पिकांची उंची व घनता जाणून घेणे यासाठी विशिष्ट प्रकारची संवेदक यंत्रमानवावर स्थापित केलेली असतात. त्यामध्ये विशिष्ट प्रकारचे कॅमेरे, लिडार (LiDAR) व प्रचंड कंपनसंख्या (Ultrasonic) असणाऱ्या संवेदकांचा अंतर्भाव असतो.

क) परिवर्तनीय दर तंत्रज्ञान (Variable Rate Technology -VRT) : या तंत्रज्ञानाद्वारे यंत्रमानवास रसायने फवारणी करण्याचा दर किंवा प्रमाण गरजेप्रमाणे बदलता येते. त्यामुळे यंत्रमानवास कीटक व रोग प्रभावित क्षेत्र नियंत्रित करण्यासाठी आवश्यक असणाऱ्या व तेवढ्याच



स्वायत्त ट्रॅक्टरचलित फवारणी प्रणाली.

रसायनांची फवारणी करणे शक्य होते. एकंदरीतच यंत्रमानवावर स्थापित अचूक फवारणी यंत्रणेमध्ये समाविष्ट असलेल्या संवेदकाद्वारे रोग, कीड प्रभावित क्षेत्र ओळखून विशिष्ट प्रकारच्या नोझल्सद्वारे फवारणी प्रवाह, फवारणी येवाचे आकार व आकृतिबंध (पॅटर्न) मध्ये योग्य ते बदल करता येतात. परिणामी, फवारणी कार्यक्षम व अचूकपणे करता येते.

अडथळे ओळखणे व टाळण्याची यंत्रणा

शेतामध्ये यंत्रमानव स्वायत्तपणे प्रवास करीत असताना मध्ये येणाऱ्या स्थायी किंवा अचानक येणारे अडथळे (उदा. इमारत, मोठे एखादे झाड, मोठे खडे किंवा चिखल इ.) त्यावरील स्थापित कॅमेरा किंवा संवेदकाद्वारे ओळखू शकतो. ते ओळखल्यानंतर गरजेप्रमाणे थांबणे, मालकाला सूचना देणे किंवा स्वायत्तपणे मार्ग बदलणे या पैकी एक निर्णय यंत्रमानव घेऊ शकतो. परिणामी, तो अडथळा टाळून काम पूर्ण करू शकतो.

माहिती संकलन आणि विश्लेषण

यंत्रमानव शेतामध्ये स्वायत्तपणे फवारणी करीत असताना त्यावर स्थापित संवेदकाद्वारे शेतामधील परिस्थितीची (उदा. पिकाचे आरोग्य, रोग व कीटक यांचे प्रमाण, जमिनीमधील ओलावा, हवेतील आर्द्रता व तापमान इ.) माहिती संकलित करू शकतो. या संकलित माहितीचे विश्लेषण करून भविष्यातील फवारणीसंबंधीचे निर्णय अधिक अचूकपणे घेणे यंत्रमानवास शक्य होते.

सुरक्षा व्यवस्था

फवारणी यंत्रमानवावर सुरक्षा व्यवस्था स्थापित केली असते. अचानक अडथळा आल्यास अपघात किंवा टक्कर टाळण्यासाठी आपत्कालीन यंत्रमानव थांबवण्यासाठी ही सुरक्षा यंत्रणा काम करते.

ऊर्जा पुनर्भरण व व्यवस्थापन

यंत्रमानवाचा शेतातील प्रवास आणि फवारणीची क्रिया यासाठी आवश्यक ऊर्जा ही बॅटरीद्वारे प्राप्त होते. बॅटरीची ऊर्जा देण्याची क्षमता एका विशिष्ट पातळीपर्यंत कमी झाल्यानंतर त्याची सूचना शेतकऱ्याला दिली जाते. किंवा स्वायत्त यंत्रमानव बॅटरी चार्जिंग किंवा बदलण्याच्या स्थानकावर स्वतः जाऊन थांबतो. त्याच्या बॅटरीचे पुनर्भरण किंवा त्याच्या देखभाल करावी लागते.

देखरेख आणि नियंत्रण

शेतकरी फवारणीदरम्यान यंत्रमानव, त्याच्या हालचाली आणि फवारणीच्या प्रगतीवर कोटूनही आपल्या मोबाइल ॲप किंवा संगणकाद्वारे प्रत्यक्ष

कार्यरत यंत्रणा

पिकावरील कीटक व रोग ओळखून त्यावरील नियंत्रणासाठी उपचार द्याव्यासंदर्भात निर्णय घेण्यासाठी यंत्रमानवावर संगणकीय दृष्टी प्रणाली, कीटक व रोग व त्याची तीव्रता ओळखण्यासाठी संवेदन यंत्रणा, आणि संपादन उपचार द्याव्यासाठी निर्णय समर्थन प्रणाली स्थापित केली असते.

कॅमेरा आणि संवेदक

यंत्रमानवावर स्थापित केलेल्या दूरध्यान प्रकाश कॅमेराद्वारे पिकांच्या प्रतिमा घेतल्या जातात. या प्रतिमा आपल्याला डोळ्यांनी दिसणाऱ्या घटकांच्या असतात. त्याच प्रमाणे आवश्यकतेप्रमाणे निकट अवरक्त, थर्मल, अतिनील व अवरक्त तरंगलांबीमध्ये सूक्ष्म वैशिष्ट्ये ओळखणे (डोळ्यांनी न दिसणाऱ्या) प्रतिमा घेणारे कॅमेरेही स्थापित केलेले असतात.

प्रतिमा प्रक्रिया

या वेगवेगळ्या कॅमेराद्वारे घेतलेल्या प्रतिमेमधून माहिती मिळवून, पुढील प्रक्रिया करण्यासाठी संगणकीय दृष्टी तंत्राचा वापर केलेला असतो. यामध्ये पुढील काही उपप्रक्रियाही सामील असतात.

अ) वैशिष्ट्ये काढणे : यामध्ये प्रतिमेमधील प्रमुख वैशिष्ट्ये ओळखणे उदा. वनस्पती, त्याचा आकार, रंग, पोट इ.

ब) बाय शोधणे : वनस्पतीवरील कीटक व रोग यांसारख्या फवारणीसाठी स्वारस्य असलेल्या बाबी शोधणे.

क) वर्गीकरण (Classification) : शोधलेल्या वस्तूचे वर्गीकरण करणे. उदा. कीटक व रोगांचे विविध प्रकार.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तंत्रज्ञान

प्रतिमा प्रक्रियेमधील प्रतिमा विश्लेषणासाठी व त्यांची नेमकी ओळख पटविण्यासाठी 'मॅशिन लर्निंग', 'डोप लर्निंग', 'न्यूरल नेटवर्क' आज्ञावली वापरल्या जातात. त्याद्वारे कीड, रोग प्रभावित भाग अथवा निरोगी पिके ओळखणे शक्य होते. त्यासाठी या आज्ञावलींना त्याविषयीच्या प्रतिमा माहितीसाठी पुरवून प्रशिक्षित केलेले असते.

माहिती एकीकरण (Data Integration)

प्रतिमा प्रक्रिया व कृत्रिम बुद्धिमत्ता तंत्रज्ञानाद्वारे केलेल्या प्रतिमेच्या विश्लेषणाद्वारे मिळालेली माहितीची सांगड अन्य संबंधित माहितीशी घातली जाते. उदा. हवामान (आर्द्रता, तापमान), जमिनीमधील ओलावा इ. घातली जाते. फवारणी संबंधी अचूक निर्णय घेण्यासाठी अधिक महत्त्वपूर्ण माहिती एकत्रित केली जाते.

कीड व रोग ओळख

प्रत्यक्ष परिस्थितीमध्ये संगणकीय दृष्टी प्रणालीद्वारे विश्लेषण केलेल्या प्रतिमेच्या वैशिष्ट्यांची जुळवणी प्रतिमा संग्रहालयातील पूर्वनिर्धारित प्रतिमांशी केली जाते. त्यानंतर संग्रहालयातील जुळलेल्या त्या प्रतिमेशी निगडित वैशिष्ट्यांद्वारे प्रादुर्भावाची लक्षणे अथवा चिन्हे (रोग व कीड प्रभाव) ओळखली जातात.

निर्णय घेणे (Decision Making)

वरील पद्धतीने पिकावरील रोग व कीड ओळखून त्याची तीव्रता निश्चित केल्यानंतर संगणकावर स्थापित केलेल्या संवेदकाद्वारे गोळा केलेल्या अन्य माहितीच्या साहाय्याने यंत्रमानव शेताच्या कोणत्या भागात व किती उपचार द्यावे, यासोबतच तिथे कोणती व किती मात्रेमध्ये रसायने फवारणी इ. बाबत निर्णय घेऊ शकतो.

परिस्थितीमध्ये लक्ष ठेवू शकतो. आवश्यकता भासल्यास त्यातील सूचनांमध्ये बदल करू शकतो.

(लेखक महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी, जि. नगर येथे संशोधन संचालक म्हणून कार्यरत आहेत.)