

Sử dụng robot trong nông nghiệp thông minh

Phạm Ngọc Sơn

Công ty Cổ phần Đầu tư Liên doanh Việt Anh

Khác với nông nghiệp truyền thống, nông nghiệp thông minh giúp tối ưu hóa hiệu suất, bảo vệ môi trường và tăng cường chất lượng sản phẩm. Việc sử dụng robot trong sản xuất nông nghiệp giúp nâng cao năng suất trồng trọt và giảm thiểu sức lao động của con người. Tuy nhiên, việc áp dụng robot đối mặt với thách thức về chi phí đầu tư, kỹ năng và kiến thức, tích hợp hệ thống, điều kiện địa lý và khí hậu, bảo mật dữ liệu và thiếu quy định. Nhưng trong tương lai, robot trong nông nghiệp sẽ tiếp tục phát triển, trở thành một phần không thể thiếu của nền nông nghiệp bền vững.

Mở đầu

Nông nghiệp thông minh là một xu hướng phát triển tất yếu trong bối cảnh toàn cầu hóa và biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp. Nông nghiệp thông minh không chỉ tập trung vào việc tối ưu hóa hiệu suất sản xuất, mà còn hướng đến bảo vệ môi trường và tăng cường chất lượng sản phẩm. Trong xu hướng này, công nghệ robot đóng vai trò quan trọng và là một trong những công cụ tiên tiến giúp người trồng quản lý và kiểm soát các hoạt động nông nghiệp hiệu quả hơn.

Robot trong nông nghiệp được định nghĩa là các thiết bị tự động hoặc bán tự động, được sử dụng để thực hiện các công việc trong nông nghiệp. Có nhiều loại robot được sử dụng trong nông nghiệp, bao gồm robot thu hoạch, gieo hạt, tưới tiêu và phân tích đất. Mỗi loại robot đều có những chức năng và ưu điểm riêng, góp phần vào việc tối ưu hóa quy trình sản xuất nông nghiệp.

Lợi ích của việc sử dụng robot trong nông nghiệp rất rõ ràng. Trước tiên, robot giúp giảm chi phí lao động, một yếu tố quan trọng trong bối cảnh thiếu hụt lao động nông nghiệp. Thứ hai, robot giúp tăng năng suất bằng cách hoạt động liên tục và chính xác hơn so với con người. Các robot thu hoạch cà chua có thể thu hoạch quả có mức độ đồng đều về độ chín và kích thước quả cao và độ chính xác tới 86%. Cuối cùng, việc sử dụng robot còn giúp giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường bằng cách sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn và giảm lượng thuốc trừ sâu và phân bón cần thiết. Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích thu được, việc sử dụng robot trong nông nghiệp vẫn còn gặp nhiều thách thức.

Ứng dụng của robot trong nông nghiệp thông minh

Sử dụng robot trong thu hoạch nông sản

Robot thu hoạch là một trong những ứng dụng phổ biến nhất của công nghệ robot trong nông nghiệp. Các robot này được thiết kế để tự động hái và thu hoạch nông sản với độ đồng đều và chính xác cao. Ví dụ, hệ thống robot thu hoạch dưa của Edan và cs (2000) cho phép phát hiện chính xác 93,57% quả, trong đó có 91,52% được thu hoạch chính xác, chỉ có 7% thu hoạch thất bại, gây hỏng quả. Không chỉ vậy, trong nghiên cứu của Onishi và cs (2019), nhóm tác giả đã sử dụng công nghệ học sâu để giúp các robot có thể tính toán, khớp vị trí và điều khiển chính xác cánh tay robot trong thu hoạch, nâng tốc độ thu hoạch quả chỉ trong 16 giây và với độ chính xác trên 90%.

Sử dụng robot để gieo hạt và tưới tiêu

Robot gieo hạt và tưới tiêu giúp người trồng tiết kiệm thời gian và tài nguyên bằng cách tự động thực hiện các công việc này và tối ưu lượng nước, phân bón. Trong nghiên cứu của Amrita và cs (2015), nhóm đã phát triển một robot có khả năng thực hiện các nhiệm vụ như cày, gieo hạt, hái quả và phun thuốc trừ sâu. Dưới sự hỗ trợ của các cảm biến, camera và thăm dò siêu âm, thiết bị có thể tự vận hành trên cánh đồng và người trồng sẽ kiểm soát các hoạt động của robot thông qua kết nối bluetooth. Ngoài ra, để tăng cường hiệu suất hoạt động, các cảm biến độ ẩm được

gắn ở nhiều nơi trên cánh đồng nhằm cung cấp các dữ liệu về môi trường, từ đó, robot hiểu được khi nào cần tưới nước cho cây.

Phân tích đất bằng robot

Robot phân tích đất được trang bị các cảm biến để đo đạc và phân tích chất lượng đất. Những robot này có thể thu thập dữ liệu về độ ẩm, độ pH, chất dinh dưỡng và các yếu tố khác của đất, từ đó cung cấp thông tin chi tiết để người trồng điều chỉnh phương pháp canh tác. Ví dụ, robot Agrobot Lala do nhóm nghiên cứu của Kitić và cs (2022) phát triển có khả năng tự động lấy mẫu tại hiện trường và phân tích hàm lượng nitrat trong đất. Đồng thời, kết hợp với nền tảng đám mây thông tin và phân tích dữ liệu bằng trí tuệ nhân tạo, hệ thống có thể tối ưu hóa số lượng và vị trí mẫu. Kết quả đo lường sẽ được tải lên đám mây để phân tích và xây dựng các gợi ý thay đổi tỷ lệ bón phân cho cây trồng.

Robot quản lý, phát hiện dịch hại

Robot quản lý dịch hại giúp phát hiện và tiêu diệt sâu bệnh một cách hiệu quả mà không gây hại cho môi trường. Ví dụ, robot nông nghiệp RobHortic do Cubero và cs (2020) phát triển có thể sử dụng dữ liệu hình ảnh giám sát cây trồng để phát hiện cây nhiễm nấm với tỷ lệ phát hiện chính xác khoảng 60%. Ở một hướng tiếp cận khác, nhiều nhóm nghiên cứu lại hướng tới việc phát hiện, kiểm soát phun thuốc trừ sâu, thuốc bảo vệ thực vật và bắt côn trùng gây hại, từ đó hạn chế tác động xấu tới sức khỏe người lao động, tối ưu hóa lượng hóa chất dùng cho trồng trọt, bảo vệ môi trường.

Robot theo dõi, chăm sóc cây trồng

Ngoài các ứng dụng nêu trên, robot còn được sử dụng để chăm sóc cây trồng một cách tổng quát. Chúng có thể cắt tỉa cây, bón phân, thậm chí kiểm tra tình trạng sức khỏe của cây trồng. Ví dụ, robot và hệ thống giám sát của Rajalakshmi và cs (2024) cho phép người nông dân, người làm vườn có thể quản lý và giám sát các hoạt động chăm sóc cây trồng từ xa. Dữ liệu thu được từ cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng cũng như các dữ liệu về chất lượng đất, thông qua mạng nơ-ron để đưa ra những cảnh báo và gợi ý hoạt động đáp ứng phù hợp.

Công nghệ hỗ trợ robot trong nông nghiệp

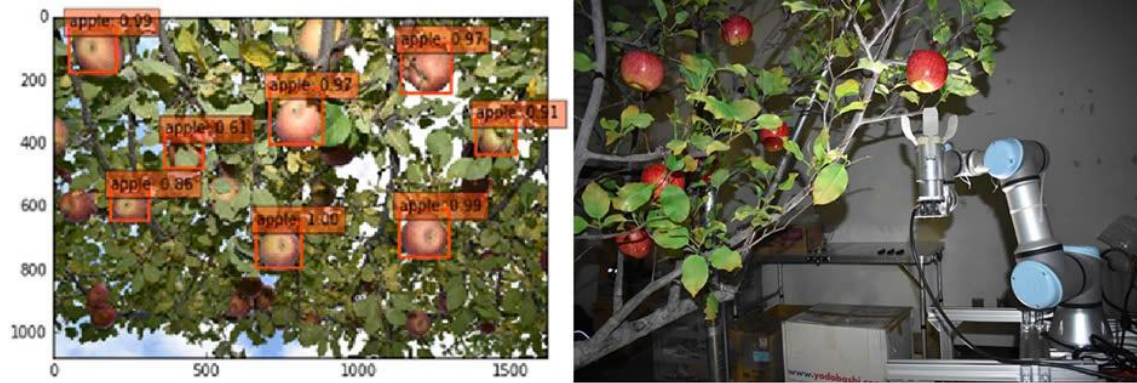
Cảm biến và internet vạn vật đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ robot nông nghiệp bằng cách thu thập dữ liệu môi trường, cây trồng và đất đai, giúp robot hoạt động chính xác và hiệu quả hơn. Ví dụ, cảm biến độ ẩm đất gửi dữ liệu đến hệ thống điều khiển robot tưới tiêu và giúp điều chỉnh lượng nước chính xác.

Trí tuệ nhân tạo (AI) giúp robot học và phân tích dữ liệu, đưa ra những quyết định thông minh và chính xác. Ví dụ, hệ thống AI của Agrobot Lala có thể sử dụng hình ảnh trên cao của cánh đồng để đưa ra những gợi ý về cách lắp đặt các cảm biến, từ đó thu được kết quả đánh giá chất lượng môi trường trồng trọt tốt nhất. Căn cứ từ dữ liệu quan trắc, người trồng có thể đưa ra quyết định nên tăng lượng tưới hay bổ sung dinh dưỡng cho cánh đồng.

Định vị toàn cầu (GPS) giúp robot di chuyển chính xác trên cánh đồng, thực hiện nhiệm vụ như gieo hạt, tưới tiêu và thu hoạch tự động và hiệu quả. Ví dụ, robot John Deere sử dụng GPS để điều hướng và thực hiện các công việc đồng áng mà không cần sự can thiệp của con người, giúp tiết kiệm thời gian và giảm thiểu sai sót.

Hệ thống thị giác máy tính (Computer vision) giúp robot nhận diện và phân tích hình ảnh của cây trồng, đất đai và môi trường xung quanh, đưa ra những quyết định phù hợp. Ví dụ, hệ thống thị giác máy tính được phát triển bởi Onishi và cs (2019) cho phép nhận diện các quả đã chín, từ đó ra quyết định thu hoạch (hình 1). Trong khi đó, hệ

thống thị giác máy tính của robot John Deere lại cho phép phân tích hình ảnh vật thể, bối cảnh, từ đó cung cấp dữ liệu để quản lý cánh đồng.



Hình 1. Sử dụng hệ thống thị giác máy tính và cánh tay robot để phát hiện và thu hoạch quả.

Những thách thức trong sử dụng robot vào sản xuất nông nghiệp

Chi phí đầu tư ban đầu cao: Một trong những thách thức lớn nhất khi ứng dụng robot trong nông nghiệp là chi phí đầu tư ban đầu cao. Robot nông nghiệp thường đòi hỏi công nghệ tiên tiến và hệ thống phức tạp, làm cho chi phí mua sắm, lắp đặt và bảo trì trở nên đắt đỏ.

Thiếu kiến thức và công nghệ vận hành: Mặc dù hiện nay đã có những công nghệ mới được tích hợp trong các robot nông nghiệp, nhưng rõ ràng, với tính phức tạp của địa hình và môi trường đồng ruộng, các cảm biến, công nghệ xử lý và phân tích dữ liệu hiện nay chưa đáp ứng được yêu cầu thực tế. Bên cạnh đó, việc vận hành các thiết bị này đòi hỏi người dùng phải có trình độ chuyên môn nhất định, trong khi những người nông dân chưa được trang bị các kiến thức công nghệ tự động, vì vậy khó có thể áp dụng robot và nông nghiệp thông minh trên quy mô lớn.

Tích hợp với hệ thống hiện có: Việc tích hợp robot với các hệ thống hiện có trong nông nghiệp cũng là một thách thức đáng kể. Robot cần được tùy chỉnh để phù hợp với các điều kiện cụ thể của từng khu vực và hệ thống hiện có, việc này đòi hỏi sự linh hoạt và khả năng tùy biến cao.

Điều kiện địa lý và khí hậu: Sự khác biệt về điều kiện địa lý và khí hậu cũng là một thách thức lớn. Mỗi khu vực có điều kiện thời tiết, đất đai và môi trường khác nhau, điều này đòi hỏi các robot phải được thiết kế và tùy chỉnh sao cho phù hợp. Vấn đề này không chỉ tăng chi phí sản xuất mà còn đòi hỏi nhiều nghiên cứu và phát triển để đảm bảo robot hoạt động hiệu quả trong mọi điều kiện.

Vấn đề bảo mật và quyền riêng tư: Việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như IoT và AI trong robot nông nghiệp cũng đặt ra vấn đề về bảo mật và quyền riêng tư. Các dữ liệu thu thập từ cảm biến và hệ thống điều khiển có thể bị tấn công hoặc lạm dụng nếu không được bảo vệ chặt chẽ. Khi áp dụng robot vào sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là nông nghiệp thông minh, người nông dân cần phải đối mặt với nguy cơ mất mát dữ liệu và các cuộc tấn công mạng vào hệ thống quản lý cánh đồng.

Thiếu quy định và tiêu chuẩn: Sự thiếu hụt quy định và tiêu chuẩn cụ thể cho việc ứng dụng robot trong nông nghiệp cũng là một rào cản. Hiện tại, nhiều quốc gia chưa có các quy định cụ thể về việc sử dụng robot trong nông nghiệp, điều này gây khó khăn cho việc phát triển và triển khai công nghệ này.

Tương lai của robot trong nông nghiệp thông minh

Robot trong nông nghiệp thông minh hứa hẹn sẽ tiếp tục phát triển và trở thành xu hướng tất yếu trong tương lai. Với sự tiến bộ không ngừng của công nghệ, robot sẽ ngày càng trở nên thông minh hơn, hiệu quả hơn và dễ dàng tiếp cận hơn đối với nông dân.

Một trong những xu hướng phát triển trong tương lai là sự tích hợp sâu rộng giữa robot và các công nghệ khác như AI, cảm biến và IoT, tạo ra các hệ thống quản lý nông nghiệp thông minh toàn diện. Những hệ thống này sẽ giúp nông dân tối ưu hóa quy trình sản xuất, giảm thiểu tác động đến môi trường và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Ngoài ra, robot trong nông nghiệp sẽ ngày càng được tùy biến để phù hợp với các điều kiện địa lý và khí hậu khác nhau, giúp nông dân trên khắp thế giới có thể tiếp cận và sử dụng công nghệ này một cách hiệu quả. Các giải pháp robot di động và linh hoạt sẽ trở nên phổ biến hơn, giúp nông dân giải quyết các vấn đề cụ thể của từng khu vực.

Thay lời kết

Việc sử dụng robot trong nông nghiệp thông minh mang lại nhiều lợi ích vượt trội về hiệu suất, kinh tế và bảo vệ môi trường. Mặc dù vẫn còn nhiều thách thức cần vượt qua, nhưng với những tiến bộ không ngừng của công nghệ và sự hỗ trợ từ các bên liên quan, công nghệ robot hứa hẹn sẽ trở thành một phần không thể thiếu trong nông nghiệp tương lai. Robot không chỉ giúp nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm, mà còn góp phần xây dựng một nền nông nghiệp bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu. Điều này đòi hỏi sự hợp tác và nỗ lực không ngừng từ các bên liên quan, bao gồm nông dân, các tổ chức nghiên cứu và phát triển, chính phủ và cộng đồng. Việc áp dụng robot trong nông nghiệp không chỉ là một bước tiến công nghệ, mà còn là một giải pháp bền vững để đảm bảo an ninh lương thực và bảo vệ môi trường cho thế hệ tương lai.

*Nguồn: **TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM***