

NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG ROBOT TRONG TỰ ĐỘNG HÓA NÔNG NGHIỆP HƯỚNG TỚI NÔNG NGHIỆP THÔNG MINH

Hoàng Sơn¹, Hoàng Anh Dũng², Nguyễn Văn Mạnh^{2*}

*Tác giả liên hệ, email: nvmanh8@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0001-4258-0475

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 15/01/2026

Ngày phản biện đánh giá: 17/03/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/04/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1157

Tóm tắt: Xuyên suốt tiến trình lịch sử, lĩnh vực nông nghiệp luôn giữ vững vị thế là trụ cột của nền kinh tế Việt Nam, dự kiến thu hút khoảng 26% lực lượng lao động vào năm 2026 và đóng góp trọng yếu vào đà tăng trưởng chung. Trải qua hơn ba thập kỷ kể từ thời kỳ đổi mới, Việt Nam đã vươn lên mạnh mẽ, thoát khỏi tình trạng thiếu hụt lương thực để trở thành cường quốc xuất khẩu nông sản hàng đầu toàn cầu. Mặc dù đạt được những thành tựu đáng kể, ngành nông nghiệp nội địa vẫn đang phải đương đầu với hàng loạt thách thức nghiêm trọng: hệ quả tiêu cực từ biến đổi khí hậu, tính chất manh mún của canh tác nhỏ lẻ, cùng với đó là hàm lượng khoa học công nghệ, tự động hóa và cơ giới hóa trong các khâu sản xuất còn nhiều hạn chế. Nhằm tháo gỡ những nút thắt này, các chiến lược tái cơ cấu toàn diện ngành nông nghiệp đã được triển khai, lấy trọng tâm là đẩy mạnh cơ giới hóa và tự động hóa để gia tăng chuỗi giá trị và hướng tới phát triển bền vững. Nghiên cứu này tập trung phân tích những tác động sâu rộng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0) lên lĩnh vực canh tác, đánh giá tính khả thi về mặt hiệu quả kinh tế của các hệ thống tự động, đồng thời phác họa bức tranh thực tiễn về việc ứng dụng robot và trí tuệ nhân tạo (AI) trong công cuộc kiến thiết một nền nông nghiệp thông minh tại Việt Nam.

Từ khóa: tự động hóa, robot nông nghiệp, nông nghiệp công nghệ cao, nông nghiệp thông minh, cách mạng công nghiệp 4.0

I. Đặt vấn đề

1.1. Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với nền canh tác hiện đại

Nhìn lại lịch sử, các giai đoạn của tiến trình cách mạng công nghiệp (từ 1.0

đến 3.0) đều mang lại những cuộc đại phẫu về cấu trúc kinh tế xã hội, trực tiếp nâng cao chất lượng cuộc sống và thúc đẩy tốc độ tăng trưởng của các quốc gia. Bước vào kỷ nguyên hiện tại, toàn cầu đang chứng

¹ Học viện Công nghệ Bru chính Viễn thông Hà Nội, Việt Nam

² Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

kiến sự bùng nổ của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Đây là sự hội tụ đỉnh cao của hàng loạt công nghệ lõi như trí tuệ nhân tạo, hệ thống Robot tiên tiến, và Internet vạn vật, tạo ra một mạng lưới liên kết chặt chẽ giữa không gian vật lý và không gian số hóa nhằm giải quyết các thách thức kỹ thuật vĩ mô. Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 được giới chuyên gia nhận định sẽ định hình lại mọi lĩnh vực kinh tế, trong đó nông nghiệp chắc chắn chịu sự tác động vô cùng mạnh mẽ (Wolfert và cộng sự, 2017).

Hoàn toàn có cơ sở khoa học để khẳng định rằng, mô hình canh tác truyền thống tại Việt Nam sẽ sớm bị thay thế bởi nền nông nghiệp công nghệ cao mang chuẩn mực 4.0. Động lực cho sự chuyển đổi này xuất phát từ những áp lực khổng lồ đang đè nặng lên chuỗi cung ứng thực phẩm toàn cầu. Dữ liệu thống kê từ Liên Hợp Quốc đã dự báo quy mô dân số thế giới có khả năng chạm mốc 9,7 tỷ người vào năm 2050 (United Nations, 2019). Kịch bản này đòi hỏi sản lượng lương thực phải tăng vọt từ 25% đến 70% mới có thể đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ (FAO, 2009). Tuy nhiên, nghịch lý nằm ở chỗ: trong khi áp lực sản lượng ngày càng tăng, quỹ đất dành cho nông nghiệp và nguồn nhân lực nông thôn lại đang sụt giảm nghiêm trọng do quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa. Đứng trước bài toán hóc búa về việc gia tăng năng suất trên một diện tích đất đang thu hẹp cùng với lượng nhân công thừa thớt, con đường duy nhất là tích hợp các giải pháp kỹ thuật đột phá vào thực tiễn canh tác. Hệ sinh thái nông nghiệp 4.0, với hạt nhân là các thiết bị cơ giới tự động và robot được dẫn dắt bởi AI, sẽ biến nông nghiệp thành một ngành công nghiệp hiện đại, sinh lời cao. Sự lột xác này không chỉ tối ưu hóa năng suất

mà còn tạo sức hút mạnh mẽ đối với dòng vốn đầu tư mới, các doanh nghiệp công nghệ và tầng lớp kỹ sư chất lượng cao.

II. Cơ sở lý thuyết

Trong không gian phòng thí nghiệm, hàng loạt nguyên mẫu robot thu hoạch trái cây đã được phát triển thành công, điển hình như robot hái cam (Hannan & Burks, 2004), hệ thống thu hoạch dâu tây (Kondo và cộng sự, 2005) và robot chuyên dụng cho cà chua (Bac và cộng sự, 2014). Trên thực địa, dự án Demeter (Pilarski và cộng sự, 2002) đã ứng dụng camera tích hợp GPS để tự động điều hướng phương tiện thu hoạch. Điểm ưu việt vượt trội của thế hệ máy móc này là khả năng vận hành bền bỉ không ngừng nghỉ suốt các mùa vụ, nhờ khả năng chống chịu tốt trước các điều kiện khí hậu khắc nghiệt trên đồng ruộng.

Dưới góc độ kinh tế và môi trường, việc đưa robot vào chuỗi canh tác mang lại những giá trị thặng dư rõ rệt. Đơn cử, việc sử dụng máy móc tự động để bắt sâu hay nhổ cỏ sẽ triệt tiêu tình trạng lạm dụng hóa chất bảo vệ thực vật, từ đó bảo vệ nguồn nước, đất đai và sức khỏe cộng đồng. Tính khả thi về mặt lợi ích kinh tế cũng được minh chứng qua nhiều nghiên cứu chuyên sâu. Goense tiến hành thực nghiệm đối chiếu giữa máy nông nghiệp truyền thống và robot tự hành trên cùng một điều kiện địa hình (Goense, 2003). Kết quả khẳng định robot có thể làm việc cường độ cao lên tới 23 giờ mỗi ngày, mang lại biên độ lợi nhuận vượt trội nhờ năng suất cao và chi phí nhân công giảm mạnh. Bổ sung cho luận điểm này, các nghiên cứu của (Pedersen và cộng sự, 2006) về khâu làm đất và gieo hạt đã chỉ ra tương quan tỷ lệ giữa hệ thống máy kéo tự động và máy kéo chạy bằng sức người

về mặt chi phí đầu tư, yêu cầu kỹ năng vận hành và thời gian làm việc lần lượt đạt mức 1.2, 0.2 và 2.0 lần. Trong một báo cáo khác (Pedersen & Blackmore, 2001) cũng đưa ra kết luận tích cực về hiệu suất kinh tế khi so sánh ba kịch bản ứng dụng robot tự hành với các phương thức quản lý đồng ruộng thông thường.

Bên cạnh đó, xu hướng di cư cơ học từ các vùng quê lên đô thị tìm kiếm việc làm đang để lại một khoảng trống lớn về nguồn nhân lực nông thôn. Vào những lúc cao điểm mùa vụ, việc thuê mướn nhân công ra đồng làm việc dưới thời tiết khắc nghiệt trở nên vô cùng khó khăn và đắt đỏ so với môi trường nhà máy điều hòa. Nhờ sức mạnh của AI, các robot nông nghiệp có thể tự động hóa triệt để các khâu lặp đi lặp lại, qua đó giải quyết triệt để bài toán khan hiếm nhân lực cơ học này.

Tổng kết lại, tương lai của nông nghiệp 4.0 chắc chắn sẽ gắn liền với sự bùng nổ của robot canh tác. Chìa khóa của công nghệ này nằm ở khả năng tối đa hóa sản lượng trong khi kéo giảm đến mức thấp nhất sự lãng phí năng lượng, nguồn nước và hóa chất độc hại. Dẫu vậy, rào cản lớn nhất hiện nay chính là rào cản về vốn đầu tư ban đầu khá lớn, cộng với sự ngại tiếp cận công nghệ mới của bộ phận lớn nông dân. Hiện trạng thực tế cho thấy, robot nông nghiệp mới chỉ phổ cập tại các quốc gia tiên tiến. Tại Việt Nam, công nghệ này bước đầu mới được đưa vào thử nghiệm tại các tập đoàn quy mô lớn như Vinamilk, Hoàng Anh Gia Lai, hoặc ở các vùng chuyên canh tại Tây Nam Bộ.

III. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp tiếp cận hỗn hợp, bao gồm rà soát tài liệu có hệ thống và phương pháp thực nghiệm

kỹ thuật. Phương pháp thực nghiệm: Đối với nghiên cứu tình huống “Liên hợp máy thu hoạch dứa”, quy trình thực nghiệm được tiến hành tại Tân Phước (Tiền Giang). Hệ thống được đánh giá qua 500 mẫu ảnh thu thập trong điều kiện thực tế. Tiêu chí đánh giá tập trung vào tỷ lệ nhận diện chính xác của thuật toán thị giác máy tính và sai số động học không gian (x, y) của quỹ đạo tay máy.

Hiện tại, thế giới đã và đang ứng dụng rất nhiều mô hình máy móc chuyên biệt. Dưới đây là phân khúc robot nông nghiệp tiêu biểu nhất đang được khai thác.

Cơ giới hóa nông nghiệp chính xác: Triển khai chủ yếu tại các nhà mạng hoặc vùng trồng cây ăn quả, với nhiệm vụ tuần tra, tự động thu thập thông số thổ nhưỡng, theo dõi tỷ lệ quang hợp và đo lường diện tích bề mặt lá.

Tự động hóa chăn nuôi: Tích hợp trong các siêu trang trại để tự động phân phối thức ăn theo khẩu phần, vệ sinh chuồng trại và sử dụng cảm biến để theo dõi biểu hiện dịch bệnh của vật nuôi.

Kiểm soát thực vật xâm hại (Cỏ dại): Khả năng tự động điều hướng trên luống, sử dụng thị giác máy tính để phân biệt cỏ và hoa màu, sau đó xịt chính xác một giọt hóa chất vào đúng tâm cây cỏ. Cơ chế này loại bỏ hoàn toàn việc phun thuốc tràn lan, bảo vệ thổ nhưỡng và sức khỏe người tiêu dùng.

Quản lý vườn ươm thông minh: Dùng trong các nhà kính quy mô lớn để tự động hóa khâu gieo hạt, kiểm soát nhiệt ẩm, và cung cấp vi lượng phân bón tùy chỉnh cho từng mầm cây non, giải bài toán thiếu hụt kỹ sư nông học.

Robot gieo hạt định vị không gian 3D: Tích hợp hệ thống camera chiều sâu,

thiết bị này tính toán chính xác cự ly và độ sâu để gieo hạt, tạo điều kiện phát triển hoàn hảo nhất cho bộ rễ cây trồng.

Robot nhận diện và thu hoạch quả: Dù mang lại lợi ích to lớn về năng suất, việc hái quả vẫn là bài toán đầy thách thức. Ví dụ, trong bài toán hái quả ớt, hệ thống thị giác rất dễ bị vô hiệu hóa do biến động ánh sáng ngoài trời, hoặc quả ớt bị che khuất bởi tán lá rậm rạp. Thêm vào đó, để lách qua hệ thống cành lá phức tạp mà không làm dập nát quả, cánh tay cơ khí yêu cầu phải có thiết kế nhiều bậc tự do (DOF), cơ cấu kẹp phải đủ độ “mềm” và linh hoạt. Mặc dù khó khăn, công nghệ này đang tiến những bước dài tại các nước phát triển.



Hình 1: Robot Ecorobotix làm nhiệm vụ phun tưới (Ecorobotix SA, 2018)

Tiếp đến, Hình 2 khắc họa các nguyên mẫu chuyên dụng cho khâu làm cỏ. Các nền tảng này sở hữu thuật toán xử lý ảnh tinh vi, có thể nhận diện cỏ dại mọc lọt thỏm giữa luống rau để định

mức lượng thuốc diệt cỏ cực nhỏ phun trực tiếp vào chúng. Song song đó, hệ thống còn theo dõi chu kỳ sinh trưởng của rau để đưa ra cảnh báo thiếu hụt dinh dưỡng.



a) Robot Naio Technologies



b) Robot Blue River Lettuce Bot2

Hình 2: Các mẫu Robot làm cỏ trên cánh đồng

IV. Kết quả và thảo luận

4.1. Các mô hình Robot tiên tiến trên toàn cầu

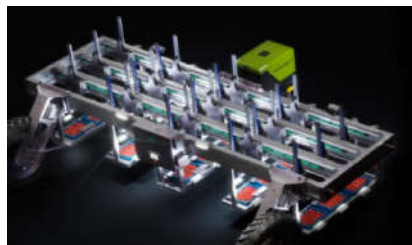
Hình 1 giới thiệu Ecorobotix - một nền tảng robot tự hành vận hành hoàn toàn bằng năng lượng mặt trời. Thiết kế vật liệu siêu nhẹ cùng hệ thống định vị GPS cho phép nó di chuyển mượt mà trên đồng. Bằng hệ thống camera thông minh, Ecorobotix chỉ phun thuốc trừ sâu trực tiếp lên các điểm có dịch hại. So với tập quán phun sương diện rộng, cỗ máy này giúp tiết kiệm đến 30% lượng hóa chất (Ecorobotix, 2018). Việc triển khai một phi đội Ecorobotix không chỉ giảm thiểu chi phí mà còn cách ly con người khỏi môi trường hóa chất độc hại.

Hình 3 minh họa cơ cấu của các dạng robot thu hoạch trái cây, bao gồm robot thu hoạch quả có múi và dâu tây. Cơ chế hoạt động cốt lõi là dùng camera quét quang phổ



a) Robot thu hoạch quýt

để phân tách quả xanh và quả chín. Khi xác định được tọa độ của quả mục tiêu, bộ vi xử lý sẽ ra lệnh cho cơ cấu chấp hành vươn tới, cắt cuống và cẩn thận thả vào giỏ chứa.



b) Robot Agrobot E-series thu hoạch dâu tây

Hình 3: Các mẫu Robot thu hoạch trên cánh đồng

Không thể không nhắc tới các thiết bị bay không người lái. Nguyên mẫu Agribotix (Hình 4) là một giải pháp giám sát trên không chi phí thấp (Agribotix LLC, 2018). Cảm biến hồng ngoại đa phổ gắn trên drone liên tục truyền hình

ảnh bề mặt thảm thực vật về trạm điều khiển. Nhờ AI phân tích, chủ trang trại lập tức nắm bắt được vùng đất nào đang khô hạn hay khu vực nào có dấu hiệu sâu bệnh, từ đó ra quyết định chăm sóc hiệu quả.



Hình 4: Drone Agribotix giám sát cánh đồng (Agribotix LLC, 2018)

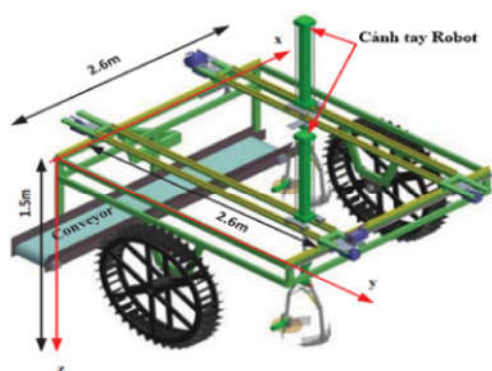
4.2. Dấu ấn công nghệ Robot tại Việt Nam

Trong giai đoạn từ 2008 đến 2017, tốc độ phát triển của ngành nông nghiệp nội địa duy trì ổn định ở mức 2,66% mỗi năm (Bộ NN&PTNT, 2020). Đứng trước nhu cầu khổng lồ của thị trường xuất khẩu, nhiều “sếu đầu đàn” trong nước đã mạnh tay rót vốn vào các tổ hợp nông nghiệp sinh thái thông minh. Các dải ứng dụng kéo dài từ tự động hóa quy trình

nuôi bò sữa, đóng gói bao bì, cho đến phi đội drone xịt thuốc tại vựa lúa Đồng bằng sông Cửu Long.

Nổi bật nhất trong công tác nghiên cứu nội địa là dự án Liên hợp máy thu hoạch dựa tự động. Công trình này là sự hợp tác thiết kế giữa các tác giả Nguyễn Phạm Thực Anh, Hoàng Sơn, Dương Văn Tài... đến từ Đại học Lâm nghiệp và Đại học Bách khoa Hà Nội (Anh và cộng sự, 2020). Thiết bị này là lời giải thiết thực

nhằm xóa bỏ tập quán hái dứa thủ công. Quy trình cơ giới hóa này bảo vệ trái dứa khỏi sự tấn công của vi khuẩn từ nước kênh, giảm tỷ lệ hư hỏng cơ học và nâng cấp chất lượng nông sản đầu ra. Về cấu trúc cơ khí (Hình 5), tổ hợp máy bao gồm một module xe kéo mang theo tay máy robot chạy trên mặt ruộng, phối hợp cùng một hệ thống xuống bơi dưới kênh. Dứa sau khi bị cắt sẽ rơi xuống hệ thống băng tải và được chuyển thẳng sang khoang chứa của xuống.



a) Cấu tạo cơ khí cánh tay robot

Trái tim của hệ thống là cụm tay máy tự động (Hình 5) với nhiệm vụ rà quét, trích xuất tọa độ quả dứa chín, vươn cơ cấu kẹp tới mục tiêu và thực hiện thao tác cắt. Khối phần cứng được tích hợp bao gồm: Một tay máy cấu trúc 3 bậc tự do; bộ nội hàm công tác trang bị đĩa cắt truyền động qua động cơ điện; thiết bị thu nhận hình ảnh quang học Intel® RealSense™ Depth Camera D435; cùng hệ thống tủ trung tâm chứa bộ điều khiển phát lệnh di chuyển cho tay máy.



b) Cấu tạo cơ khí bàn tay



c) Camera D43 của hãng Intel



d) Tủ điện điều khiển

Hình 5: Cấu tạo cánh tay Robot thu hoạch dứa



Hình 6: Kết quả nhận diện và đọc tọa độ trái dứa

Quá trình chạy thử nghiệm ngoài hiện trường tại khu vực Tân Phước (tỉnh Tiền Giang) mang lại dữ liệu rất khả quan. Thống kê trên 500 mẫu ảnh thu thập trực tiếp, thuật toán thị giác máy tính đã đạt tỷ lệ khoanh vùng và nhận diện chính xác quả dưa chín lên tới 85% (Hình 6). Dữ liệu chỉ ra độ lệch quỹ đạo nhất định giữa lý thuyết và thực tiễn vận hành. Để triệt tiêu sai số này, giải pháp cơ khí khả thi nhất được đề xuất là gia tăng biên độ và kích thước của lồng đón quả.

Bài báo đã hệ thống hóa bức tranh tổng quan về xu hướng ứng dụng robot trong tự động hóa nông nghiệp, từ các mô hình tiên tiến trên thế giới đến thực tiễn triển khai tại Việt Nam. Quá trình rà soát cho thấy, trong khi các công nghệ như thiết bị bay không người lái (drone) hay robot phục vụ chăn nuôi đã bước đầu được ứng dụng hiệu quả, thì việc tự động hóa khâu thu hoạch ngoài đồng ruộng vẫn đang đối mặt với nhiều rào cản về kỹ thuật và độ chính xác.

V. Kết luận

Bài báo đã hệ thống hóa bức tranh tổng quan về xu hướng ứng dụng robot trong tự động hóa nông nghiệp, từ các mô hình tiên tiến trên thế giới đến thực tiễn triển khai tại Việt Nam. Quá trình rà soát cho thấy, trong khi các công nghệ như thiết bị bay không người lái (drone) hay robot phục vụ chăn nuôi đã bước đầu được ứng dụng hiệu quả, thì việc tự động hóa khâu thu hoạch ngoài đồng ruộng vẫn đang đối mặt với nhiều rào cản về kỹ thuật và độ chính xác. Thông qua nghiên cứu tình huống đối với hệ thống “Liên hợp máy thu hoạch dưa tự động” do Việt Nam thiết kế, nghiên cứu đã cung cấp các đánh giá định lượng về hiệu năng hoạt động thực tế tại vùng nguyên liệu Tân Phước (Tiền

Giang). Cụ thể, hệ thống thị giác máy tính đã đạt tỷ lệ nhận diện chính xác 85% đối với quả dưa chín trên tập dữ liệu 500 mẫu ảnh khảo nghiệm. Tuy nhiên, việc đo lường quỹ đạo cũng chỉ ra các sai số động học nhất định giữa tọa độ nhận diện lý thuyết và vị trí điểm đến thực tế của cụm tay máy cơ khí. Từ những bằng chứng thực nghiệm này, giải pháp trực tiếp được rút ra là cần cải tiến thiết kế cơ khí thông qua việc mở rộng kích thước lồng đón quả nhằm bù đắp sai số quỹ đạo. Những kết quả này phản ánh đúng thực trạng giới hạn công nghệ hiện tại, đồng thời cung cấp cơ sở dữ liệu thực tiễn quan trọng để tiếp tục tối ưu hóa và nội địa hóa các dòng robot thu hoạch, hướng tới giải quyết bài toán thiếu hụt lao động và nâng cao chất lượng nông sản tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- Agrobot Inc. (2019). *E-series strawberry harvesting robots*.
- Agribotix LLC. (2018). *Drone-based crop monitoring systems for precision agriculture*.
- Anh, N. P. T., Son, H., Tai, D. V., & Quoc, B. L. C. (2020, December). Developing robotic systems for harvesting pineapples. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Mechatronic Systems* (pp. 1-6).
- Bac, C. W., Hemming, J., & van Henten, E. J. (2014). Robust pixel-based classification of obstacles for robotic harvesting of sweet pepper. *Computers and Electronics in Agriculture*, 96, 148-162.
- Blue River Technology. (2017). *LettuceBot: Precision thinning using computer vision*.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2020). *Báo cáo hội nghị tổng kết công tác năm 2019 và triển khai kế hoạch công tác năm 2020*.

- Ecorobotix SA. (2018). *Autonomous solar-powered robot for precision agriculture*.
- Goense, D. (2003). *Simulation of autonomous agricultural vehicles* (Doctoral dissertation, Wageningen University).
- Hannan, M. W., & Burks, T. F. (2004). Current developments in automated citrus harvesting. In *Proceedings of the ASAE Annual International Meeting*.
- Kondo, N., Monta, M., & Ting, K. C. (2005). End-effector development for strawberry harvesting robot. *Biosystems Engineering*, 90(2), 227-235.
- Naïo Technologies. (2019). *Autonomous weeding robots for agriculture*.
- Pedersen, S. M., & Blackmore, B. S. (2001). Economic feasibility of robotic field operations. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78(1), 69-78.
- Pedersen, S. M., Fountas, S., Have, H., & Blackmore, B. S. (2006). Agricultural robots-System analysis and economic feasibility. *Precision Agriculture*, 7(4), 295-308.
- Pilarski, T., Happold, M., Pangels, H., Ollis, M., Fitzpatrick, K., & Stentz, A. (2002). The Demeter system for automated harvesting. *Autonomous Robots*, 13(1), 9-20.
- van Henten, E. J., et al. (2003). An autonomous robot for harvesting cucumbers. *Autonomous Robots*, 13(3), 241-258

RESEARCH AND APPLICATIONS OF ROBOTICS IN AGRICULTURAL AUTOMATION TOWARD SMART AGRICULTURE

Hoang Son¹, Hoang Anh Dung², Nguyen Van Manh²

Abstract: *Throughout its history, agriculture has consistently served as the backbone of Vietnam's economy, projecting to employ roughly 26% of the national workforce by 2025 and contributing significantly to overall growth. Following more than three decades of the Doi Moi (Renovation) era, Vietnam has dramatically evolved from experiencing food shortages to emerging as a premier global agricultural exporter. Despite these monumental achievements, the domestic farming sector continues to grapple with severe systemic challenges, including the adverse effects of climate change, highly fragmented small-scale farming practices, and a noticeably low penetration of mechanization and technological innovation in production lines. In response to these bottlenecks, comprehensive agricultural restructuring initiatives have been launched, emphasizing the adoption of automated systems to enhance supply chain value and ensure environmental sustainability. This study critically explores the profound implications of the fourth industrial revolution (Industry 4.0) on modern farming, evaluates the economic viability of autonomous field operations, and provides a practical overview of how robotics and Artificial Intelligence (AI) are being leveraged to construct a smart agriculture ecosystem in Vietnam.*

Keywords: *agricultural automation, agricultural robots, high-tech agriculture, smart agriculture, agriculture 4.0*

¹ Posts and Telecommunications Institute of Technology (PTIT), Hanoi, Vietnam

² Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam