

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG QUẢN LÝ TRANG TRẠI CHĂN NUÔI

Nguyễn Văn Quang

Viện Chăn nuôi

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Quang. Điện thoại: 0989637328. Email: quangvncn@gmail.com

TÓM TẮT

Đánh giá này được thực hiện để chứng minh trí tuệ nhân tạo (AI) đã ảnh hưởng đến chăn nuôi như thế nào. Chăn nuôi rất cần thiết để duy trì tính toàn vẹn sinh thái và đảm bảo an ninh lương thực. Nội dung bài đề cập đến lịch sử của trí tuệ nhân tạo (AI), tác động của nó đối với hoạt động chăn nuôi hiện tại và tương lai cũng như những hạn chế của nó đã được nêu rõ. Thuật ngữ “trí tuệ nhân tạo” lần đầu tiên được John McCarthy đặt ra vào năm 1956 và hiện nay, công nghệ này được áp dụng rộng rãi trong việc quản lý nhiều trang trại chăn nuôi như gia cầm, sữa và lợn. Mặc dù đã được nghiên cứu trong nhiều thập kỷ và được áp dụng rộng rãi nhưng AI vẫn là một trong những lĩnh vực còn ít được hiểu rõ nhất. Trí tuệ nhân tạo cung cấp cho nông dân sự hỗ trợ vượt trội, cho phép họ giảm thiểu việc sử dụng tài nguyên, cải thiện tính bền vững của mô hình chăn nuôi và tăng năng suất trang trại nói chung, đặc biệt là khi giảm lượng khí thải carbon. AI là một điều may mắn trong việc nâng cao hiệu quả và năng suất đồng thời giảm thiểu khả năng xảy ra lỗi của con người. Các nhà sản xuất có thể sử dụng trí tuệ nhân tạo để mô phỏng quá trình ra quyết định của con người, đồng thời đưa ra những diễn giải và giải pháp cho dữ liệu được thu thập bởi các cảm biến và các công nghệ phân cứng khác. Thông qua các công cụ AI, có thể dễ dàng theo dõi các hoạt động và vị trí của động vật cũng như thu thập dữ liệu về hành vi, môi trường sống và tình trạng sức khỏe. Nhận dạng động vật, giám sát phúc lợi động vật, xác định giới tính, cung cấp vắc xin và đánh giá đồng cỏ là một số lĩnh vực mà AI đã được áp dụng rộng rãi cho đến nay. Máy bay không người lái, robot và chuỗi khối là một số hình thức tự động hóa đã được sử dụng rộng rãi trong các trang trại bò sữa. Tuy nhiên, chi phí phát triển đòi hỏi nhiều cơ sở hạ tầng hơn ở trang trại và tiềm năng tự động hóa để thay thế chúng là những hạn chế của công nghệ.

Từ khóa: *Trí tuệ nhân tạo, thu thập dữ liệu, quản lý trang trại chăn nuôi, hiệu quả chăn nuôi.*

GIỚI THIỆU

Đến năm 2050, hành tinh sẽ có 9,7 tỷ người (Millington và Cleland, 2017). Ngành nông nghiệp trở nên căng thẳng hơn bao giờ hết vì có thêm 2 tỷ người. Nói cách khác, chỉ mở rộng đất trồng trọt hoặc tăng đàn gia súc có thể không phải là một lựa chọn để đáp ứng nhu cầu dự kiến. Hơn nữa, việc đáp ứng nhu cầu dự kiến bằng số lượng đất hiện đang được canh tác là một thách thức.

Ngày nay, ngành này đã trở nên đổi mới hơn trong cách tiếp cận nhằm cải thiện hoạt động sản xuất để sản xuất tốt hơn do các yếu tố đáng báo động như biến đổi khí hậu, mất an ninh lương thực, thay đổi hệ thống sản xuất và đảm bảo chất lượng (Rojas-Downing và cs., 2017). Nông dân cũng có nhiều việc phải làm hơn vì có ít sự trợ giúp hơn do quy mô đàn tiếp tục tăng trưởng (Aydan, 2019). Bên cạnh đó, thế hệ trẻ ngày càng ít quan tâm đến nghề. Kết quả là, nông dân đang áp dụng các phương pháp phức tạp hơn để nuôi sống thế giới và ngăn chặn cuộc khủng hoảng lương thực thế giới nhằm ứng phó với sự gia tăng mạnh mẽ của dân số toàn cầu (Bouhali và cs., 2022; Congdon và cs., 2022). Những phương pháp này có thể giúp điều chỉnh việc sử dụng đất, nước và năng lượng hợp lý (Morota và cs., 2018). Bởi vì nông dân sẽ phải làm nhiều hơn với ít nguồn lực hơn nên cần phải tăng hiệu quả của các biện pháp canh tác hiện tại (Kumari và Dhawal, 2021).

Các công nghệ dựa trên AI đã được sử dụng trong các lĩnh vực như quy hoạch trang trại, quản lý động vật, sử dụng tài nguyên bền vững và quản lý dịch bệnh (Viejo và cs., 2022). Với máy bay không người lái, robot và hệ thống giám sát thông minh, nó đã được một số ngành công nghiệp áp dụng thành công và hiện đang sẵn sàng cách mạng hóa ngành nông nghiệp (Smith, 2006).

Tác động của AI đối với cuộc sống của chúng ta ngày nay có thể so sánh với những gì cơ giới hóa và điện đã có hơn một thế kỷ trước (Smith, 2006). AI là thiết bị điện tử dành riêng cho

từng cá nhân cần được triển khai ngay lập tức trong chăn nuôi bò. AI giúp chủ trang trại tích lũy và giải quyết hồ sơ để dự đoán chính xác hiệu suất dịch vụ theo cách mua hàng và các dòng chính. Để tăng sản lượng và giảm chất thải đồng thời giảm thiểu tác động đến môi trường, AI đang thúc đẩy hiệu quả trong các hệ thống canh tác hiện tại và tương lai. AI là một hệ thống giám sát thông minh có thể đề xuất các giải pháp giúp nông dân thu được nhiều lợi ích hơn từ giống của họ trong khi sử dụng tài nguyên bền vững hơn, tạo ra các sản phẩm tốt cho sức khỏe hơn, kiểm soát dịch bệnh, theo dõi chuyển động và giảm bớt khối lượng công việc, từ đó dần nổi lên như một phần của ngành. sự phát triển công nghệ (Morota và cs., 2018; Smith, 2006; Rotaru và cs., 2021; Watts, 1998; Zuraw và Aeffner, 2022). AI giúp nông dân vượt qua nhiều trở ngại mà không làm giảm năng suất (Viejo và cs., 2022). Nó cho phép họ nâng cao sức khỏe và kết quả của vật nuôi ngoài việc thu thập và phân tích dữ liệu để dự báo chính xác hành vi của người tiêu dùng, chẳng hạn như thói quen mua hàng và xu hướng mới nổi (Bouhali và cs., 2022; Viejo và cs., 2022; Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001). Các trang trại sẽ có thể tự động hóa các quy trình, cắt giảm chi phí đáng kể và nâng cao chất lượng vật nuôi thông qua các sản phẩm như sữa với mức đầu tư tăng lên (Laloë, 2019). Các hệ thống được hỗ trợ bởi trí tuệ nhân tạo giúp tăng cường quản lý và sản xuất chăn nuôi (Morstatter, 2023). Nông dân sử dụng nó để dự đoán sự bùng phát dịch bệnh, tối ưu hóa lịch trình cho ăn và tự động hóa việc theo dõi hành vi và phúc lợi của động vật (Congdon và cs., 2022). Nó mang lại cho người nông dân khả năng quản lý và nâng cao sức khỏe, phúc lợi và khả năng sinh sản của vật nuôi (Neethirajan, 2022).

Nông dân có thể phân tích dữ liệu của họ hiệu quả hơn và kết hợp tất cả các thành phần (máy ảnh, micrô, máy quét và cảm biến) thành một hệ thống gắn kết tạo điều kiện thuận lợi cho việc ra quyết định, dự báo chính xác và phát hiện bất thường (Laloë, 2019; Morstatter, 2023). AI gần đây đã trở thành một công cụ giúp nông dân theo dõi, dự báo và tối ưu hóa sự tăng trưởng của vật nuôi trang trại nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về năng suất vật nuôi trang trại cao hơn (Wang và cs., 2022). Một trong những ứng dụng chính của công nghệ AI trong ngành chăn nuôi là kiểm soát ký sinh trùng, an toàn sinh học và dịch bệnh cũng như quan sát vật nuôi và quản lý trang trại (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001; Morstatter, 2023; Shanahan và cs., 2020; Vries và cs., 2023).

Hiện nay, nông dân địa phương và các trang trại chăn nuôi bò sữa lớn sử dụng thức ăn kèm theo rất ít thông tin về sức hấp dẫn của sữa. Ví dụ, các cảm biến và Internet vạn vật (IoT) đang được sử dụng vì lợi ích của gia cầm (Neethirajan, 2020; Team Pashudhan Praharee, 2023); chăn nuôi chính xác đang được áp dụng cho lợn (Vranken và Berckmans, 2017); AI đang được sử dụng để phát hiện hành vi của gia súc và lợn; và mô hình hóa dữ liệu đang được sử dụng cho sản xuất động vật (Ellis và cs., 2020). Lịch sử của trí tuệ nhân tạo từ lý thuyết đến ứng dụng, những ưu điểm và hạn chế cũng như vai trò và tiềm năng ứng dụng của nó trong chăn nuôi là những chủ đề chính của bài viết này.

Tổng quan về trí tuệ nhân tạo

Mặc dù đã được nghiên cứu trong nhiều thập kỷ nhưng AI vẫn là một trong những lĩnh vực ít được hiểu rõ nhất của khoa học máy tính (Wang và cs., 2022). Điều này phần lớn là do chủ đề quá rộng và khó hiểu. Từ những cỗ máy có thể suy luận đến các thuật toán tìm kiếm được sử dụng để làm trò chơi game, AI bao gồm tất cả những thứ này (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001; Morstatter, 2023). Hầu hết mọi khía cạnh trong cách chúng ta sử dụng máy tính trong xã hội đều có thể được hưởng lợi từ nó. Nghiên cứu tạo ra những cỗ máy thông minh có thể thực hiện các nhiệm vụ thường đòi hỏi trí thông minh của con người được gọi là trí tuệ nhân tạo, một lĩnh vực rộng lớn của khoa học máy tính (Nilsson, 2009). Trong khi những tiến bộ về khoa học máy tính và khoa học chuyên sâu đang gây ra sự thay đổi mô hình trong hầu hết mọi lĩnh vực của ngành công nghệ thì AI là một ngành khoa học liên ngành với nhiều cách

tiếp cận (Congdon và cs., 2022; Neethirajan, 2022; Nilsson, 2009; Interagency và cs., 2019). Máy móc giờ đây có thể bắt chước và thậm chí vượt trội hơn trí thông minh của con người nhờ AI, từ việc phát triển trợ lý thông minh đến xe tự lái. Trí thông minh của máy móc, trái ngược với trí thông minh của con người hoặc các động vật khác, được gọi là AI (Holden, 2021).

Máy chưa có sẵn các phản hồi được lập trình sẵn cho mọi tình huống, đây là điểm mấu chốt (Liu, 2021). Máy có thể đưa ra phán đoán mới và chính xác dựa trên những gì nó đã học được trước đó (Laloë, 2019). AI có khả năng giải quyết vấn đề, hành vi hợp lý và hành động giống con người. Nó có khả năng vượt trội trong việc suy luận, giải quyết hiệu quả các vấn đề phức tạp và tiếp thu kiến thức mới thông qua các hoạt động học tập. Thay vì độ sức giữa con người và máy móc, con người và máy móc cùng nhau làm việc (Holden, 2021). AI thực hiện các hành động đòi hỏi trí thông minh của con người một cách điển hình, chẳng hạn như nhận dạng giọng nói, nhận thức trực quan, ra quyết định và dịch ngôn ngữ (Zuraw và Aeffner, 2022). Trí tuệ nhân tạo đang được sử dụng để thay đổi cách quản lý và giám sát chăn nuôi, từ gia cầm, bò sữa đến lợn (Wang và cs., 2022).

Trí thông minh là khả năng học hỏi và giải quyết vấn đề (Mccarthy, 2004). Đó là khả năng tiếp thu thông tin từ môi trường của một người, ứng phó với hoàn cảnh một cách linh hoạt và hiểu được tầm quan trọng tương đối của các yếu tố tình huống khác nhau. Nó cũng đề cập đến cách sử dụng năng lực tinh thần chung để suy luận, giải quyết vấn đề và học hỏi trong nhiều bối cảnh khác nhau (Wang và cs., 2022).

Trong thế kỷ qua, những tiến bộ trong chăn nuôi đã rất đáng kể (Kumari và Dhawal, 2021). Một vài thập kỷ trước, việc tự động hóa hoàn toàn việc giám sát tình trạng môi trường dường như là điều không thể, nhưng ngày nay, điều đó đã trở nên phổ biến. Các phương pháp được phát triển để tăng năng suất trong các lĩnh vực này, không chỉ vì lợi ích tài chính mà còn để đáp ứng nhu cầu dân số ngày càng tăng của thế giới (Laloë, 2019). Nhưng đồng xu nào cũng có hai mặt. Sự tiến bộ đi kèm với một cái giá đắt. Nông nghiệp quy mô lớn đã phát triển, điều này ở một khía cạnh nào đó đã khiến vấn đề trở nên tồi tệ hơn (Laloë, 2019). Các cơ sở chăn nuôi ngày càng lớn hơn trong khi sử dụng ít không gian hơn để duy trì hiệu quả chi phí do nhu cầu về các sản phẩm động vật ngày càng tăng (Kumari và Dhawal, 2021). Về sức khỏe động vật, điều này phần lớn không liên quan (Congdon và cs., 2022).

Bối cảnh lịch sử của trí tuệ nhân tạo

Con người lần đầu tiên thuần hóa động vật vì lợi ích của chúng cách đây vài nghìn năm (Wiener và Wilkinson, 2011), và kể từ đó, con người đã dựa vào bản năng, các tín hiệu giác quan và kiến thức tích lũy được để đưa ra những lựa chọn sáng suốt trong chăn nuôi động vật (Baillarguet và Faso, 2009). Chăn nuôi theo truyền thống được phân tán, ở quy mô mà mỗi con vật được chăm sóc bởi một người duy nhất và chỉ một số ít người có thể tập hợp lại và quản lý chúng (Aseged và cs., 2022). Ngoài ra, hầu hết người chăn nuôi đều có khả năng tiếp cận hạn chế với các công nghệ hiện đại như Internet tốc độ cao, điện thoại thông minh và sức mạnh tính toán giá cả phải chăng cho đến khoảng mười năm trước. Cả hai hoàn cảnh này hiện đang thay đổi nhanh chóng (Kumari và Dhawal, 2021; Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001; Laloë, 2019). Để thúc đẩy chăn nuôi bền vững và quản lý tài nguyên, nhiều nông dân đã hợp tác (Watts, 1998). Họ sử dụng nhiều công nghệ tiên tiến khác nhau cho phép họ giám sát từ xa động vật trang trại mà không gặp nhiều khó khăn vì họ có chung mối quan tâm trong việc nâng cao phúc lợi và sản xuất động vật (Congdon và cs., 2022).

Thách thức chính để tăng sản lượng đáng kể trong chăn nuôi là thu thập dữ liệu (16 Laloë, 2019). Ở một trang trại, việc có được thông tin chính xác về các hoạt động thường xuyên của trang trại là điều không thể thực hiện được. Các trang trại, đặc biệt là các trang trại

lớn, không biết một con bò ăn bao nhiêu, di chuyển, uống bao nhiêu, nhiệt độ cơ thể, mức độ căng thẳng, điều kiện chuồng trại lý tưởng, bệnh tật, v.v. (Morstatter, 2023). Nếu không có dữ liệu chính xác, thông minh và kịp thời thì việc quản lý từng con bò là không thể (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001). Tuy nhiên, các công nghệ kỹ thuật số mới có khả năng thu hẹp khoảng cách dữ liệu (Shanahan và cs., 2020). Thứ hai, điện thoại thông minh và máy tính hiện được hơn 50% dân số thế giới sử dụng để truy cập Internet (Bouhali và cs., 2022). Kết quả là vô số nông dân chăn nuôi hiện có khả năng tiếp cận đơn giản với sức mạnh tính toán (Morota và cs., 2018). Ngoài ra, tiến bộ công nghệ vẫn đang được thực hiện trong nhiều lĩnh vực. Công nghệ mới được tạo ra mỗi ngày vì lợi ích của con người và sự thoải mái của họ (Smith, 2006).

Đối với tất cả những lợi ích nói trên và khả năng sản xuất ngày càng tăng từ động vật, trí tuệ nhân tạo là điều cần thiết (Rotaru và cs., 2021). Trong lĩnh vực này, trí tuệ nhân tạo sẽ làm thay đổi căn bản sân chơi. Ngày nay, nông dân địa phương và các trang trại chăn nuôi bò sữa lớn sử dụng thức ăn gia súc mà không hiểu rõ nó ảnh hưởng đến sữa như thế nào (Zuraw và Aeffner, 2022). Số lượng và chất lượng sữa bị ảnh hưởng bởi những thay đổi trong chế độ ăn và lối sống của vật nuôi cũng như những thay đổi về khí hậu và môi trường (Rotaru và cs., 2021).

Những đề cập sớm nhất về robot thông minh và sinh vật nhân tạo có thể được tìm thấy trong thần thoại Hy Lạp (Smith, 2006). Mặc dù có nguồn gốc lâu đời và sâu sắc nhưng lịch sử của AI như chúng ta biết ngày nay chỉ mới có chưa đầy một thế kỷ. Bài báo “Máy tính và trí thông minh” của nhà toán học người Anh Alan Turing được xuất bản năm 1950 là công cụ khai sinh trí tuệ nhân tạo (Smith, 2006; Nilsson, 2009; Tedeschi, 2022). Thuật ngữ “trí tuệ nhân tạo” mà cộng đồng sau này áp dụng, được John McCarthy đặt ra lần đầu tiên vào năm 1956 tại hội nghị học thuật đầu tiên của ông về chủ đề này (Holden, 2021). Tuy nhiên, cuộc điều tra xem máy móc có khả năng suy nghĩ hay không đã bắt đầu sớm hơn nhiều. Vào giữa những năm 1960, nguồn tài trợ chính cho nghiên cứu trí tuệ nhân tạo đến từ Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ và các phòng thí nghiệm AI đã được thành lập trên toàn cầu (Mccarthy, 2004). Phòng thí nghiệm Bức xạ Lawrence ở Livermore cũng đồng thời thành lập nhóm trí tuệ nhân tạo của mình, dưới sự chỉ đạo của Sidney Fernbach (Shanahan và cs., 2020). Trong những năm tiếp theo, khi các nhà nghiên cứu nghiên cứu các chiến lược thực hiện các nhiệm vụ được cho là đòi hỏi trình độ kiến thức chuyên môn, chẳng hạn như chơi các trò chơi như cờ vua và cờ đam, lĩnh vực này đã nhanh chóng phát triển (Mccarthy, 2004).

Tự động hóa được sử dụng rộng rãi trong ngành sữa

Tự động hóa đã hỗ trợ các chủ trang trại bò sữa vượt qua những thách thức trong việc tìm kiếm những công nhân sẵn sàng thực hiện lao động chân tay tại các trang trại bò sữa với sự hỗ trợ của tia laser, cảm biến và thu thập dữ liệu (Liu, 2021; Samad và cs., 2022). Một lợi ích của tự động hóa là động vật dường như đã thích nghi với xu hướng công nghệ mới này và thích robot hơn (Ezanno và cs., 2021).

Máy bay không người lái

Máy bay không người lái đang nhanh chóng trở thành một công cụ quan trọng trong lĩnh vực sữa (Viejo và cs., 2022). Trong khi nông dân đã quen thuộc với các công nghệ truyền thống, họ ngày càng kêu gọi sử dụng máy bay không người lái để thực hiện các nhiệm vụ phức tạp hơn. Ví dụ, máy bay không người lái có thể được sử dụng để kiểm tra hàng rào và đàn bò nói chung, cũng như giúp chăn bò từ cánh đồng đến chuồng (Congdon và cs., 2022). Hơn nữa, máy bay không người lái đang được các trang trại bò sữa hiện đại sử dụng để lập bản đồ, kiểm tra và chụp ảnh đồng cỏ nhằm theo dõi sự tăng trưởng (Holden, 2021). Các thuật toán phức tạp cung cấp năng lượng cho máy bay không người lái thậm chí còn có khả năng nhận dạng

cụ thể những con bò và phân biệt chúng với hươu hoặc các động vật tương tự khác. Đây là một tài sản lớn đối với ngành sữa vì nó có thể giúp nông dân tiết kiệm thời gian và tiền bạc bằng cách tự động hóa quy trình chăn nuôi bò. Ngoài ra, máy bay không người lái có thể được sử dụng để theo dõi sức khỏe động vật, xác định và theo dõi bệnh tật cũng như đưa ra cảnh báo sớm về các vấn đề tiềm ẩn (Viejo và cs., 2022). Dữ liệu được thu thập bởi máy bay không người lái sau đó có thể được phân tích để cải thiện chiến lược quản lý đàn. Tổng hợp lại, việc sử dụng máy bay không người lái trong lĩnh vực sữa đã mang lại lợi ích lớn cho nông dân, mang lại nhiều lợi ích mà công nghệ truyền thống không thể thực hiện được.

Robot

Robot ngày càng trở nên phổ biến trong lĩnh vực sữa nhờ khả năng tăng năng suất, giảm chi phí lao động và cải thiện các biện pháp an toàn sinh học (Morstatter, 2023; Nilsson, 2009; Samad và cs., 2022). Việc sử dụng robot phổ biến nhất trong lĩnh vực sữa là máy vắt sữa robot hoặc robot sữa. Những máy này được thiết kế để tự động nhận dạng núm vú và sữa của bò, đồng thời làm sạch bầu vú. Robot vắt sữa đã được chứng minh là vừa hiệu quả vừa tiết kiệm thời gian, với một số nghiên cứu cho thấy rằng chúng có thể giảm thời gian vắt sữa tới 30% (Morstatter, 2023). Hơn nữa, chúng cũng có thể giảm chi phí lao động vì không cần đến sức lao động của con người để vận hành (Nilsson, 2009).

Robot cũng có thể được sử dụng để làm sạch và vệ sinh chuồng trại, cải thiện các biện pháp an toàn sinh học và tạo môi trường lành mạnh hơn cho bò (Samad và cs., 2022). Điều này đặc biệt quan trọng trong ngành chăn nuôi bò sữa, nơi sự hiện diện của vi khuẩn, vi rút và các mầm bệnh khác có thể gây hại nghiêm trọng cho bò và sản lượng sữa của chúng. Bằng cách sử dụng robot để thường xuyên xuyên dọn dẹp và vệ sinh chuồng trại, người nông dân có thể giảm đáng kể nguy cơ lây truyền và ô nhiễm dịch bệnh (Samad và cs., 2022). Ngoài ra, robot cũng có thể được sử dụng để theo dõi đàn bò và cung cấp cho nông dân những dữ liệu có giá trị về sức khỏe của chúng, chẳng hạn như nhiệt độ, trọng lượng cơ thể và sản lượng sữa (Morstatter, 2023).

Sử dụng in 3D

In 3D là một công nghệ mang tính cách mạng đã nhanh chóng trở nên phổ biến trong những năm gần đây. Nó thường được sử dụng để sản xuất các bộ phận máy phức tạp, có thể đặc biệt hữu ích cho nông dân ở khu vực nông thôn vì nó có thể giúp họ tiết kiệm thời gian quý báu và thậm chí cả tiền bạc, tùy thuộc vào bộ phận được yêu cầu (Nilsson, 2009). In 3D cũng có thể được sử dụng để tái tạo thực phẩm, có nhiều ứng dụng tiềm năng. Một ví dụ là pho mát, do tính đơn giản trong việc thay đổi trạng thái từ rắn sang lỏng nên là một trong những loại thực phẩm đơn giản hơn để tái tạo bằng cách sử dụng in 3D (Laloë, 2019). Theo một số nghiên cứu, phô mai in sẵn mềm hơn, ít dính hơn và đáng tin cậy hơn phô mai không in (Rotaru và cs., 2021; Laloë, 2019; Liu, 2021). Tuy nhiên, không phải tất cả người tiêu dùng đều quan tâm đến ý tưởng in thực phẩm, vì vậy thách thức đặt ra là tạo ra thực phẩm có lợi ích về giá cả, mùi vị hoặc dinh dưỡng (Ezanno và cs., 2021). Ví dụ, một số nhà nghiên cứu đã đề xuất tạo ra các hình dạng mới cho phô mai để hấp dẫn hơn đối với người tiêu dùng và cũng dễ bảo quản và phục vụ hơn (Ezanno và cs., 2021). Hơn nữa, in 3D có thể được sử dụng để kết hợp các lớp thực phẩm khác nhau, tạo ra một sản phẩm vừa hấp dẫn về mặt thị giác vừa cân bằng dinh dưỡng (Ezanno và cs., 2021). Bằng cách này, in 3D có thể là một công cụ mạnh mẽ để cải thiện chất lượng và sự đa dạng của thực phẩm sẵn có cho người tiêu dùng.

Thực tế tăng cường

Thực tế tăng cường (AR) là một công nghệ tiên tiến cho phép kết hợp dữ liệu kỹ thuật số theo thời gian thực với môi trường mà người dùng trải nghiệm (Holden, 2021). Nó đã được chứng

minh là mang lại lợi ích cao trong nhiều ứng dụng khác nhau, chẳng hạn như tăng sự hấp dẫn trực quan của thực phẩm và xác định chính xác khẩu phần ăn phù hợp (Ezanno và cs., 2021). Hơn nữa, AR cũng có thể được sử dụng để theo dõi và đánh giá bò cho người chăn nuôi. Ví dụ, AR có thể cung cấp cho nông dân dữ liệu thời gian thực về sức khỏe và phúc lợi của vật nuôi, cho phép quản lý vật nuôi của họ hiệu quả hơn (Alvarez và cs., 2020). Ngoài ra, AR có thể được sử dụng để cải thiện độ chính xác của ước tính sản lượng sữa và xác định tốt hơn các vấn đề sức khỏe tiềm ẩn (Kumar và cs., 2020).

Việc sử dụng AR trong ngành nông nghiệp có một số lợi ích tiềm năng. Ví dụ, nó có thể giúp giảm chi phí lao động liên quan đến các phương pháp giám sát và đánh giá động vật truyền thống, đồng thời cung cấp dữ liệu chính xác hơn (Duarte và cs., 2020). Ngoài ra, nó có thể giúp giảm nguy cơ lỗi của con người khi ghi và phân tích dữ liệu, do đó cải thiện độ chính xác của kết quả (Raj và Sharma, 2020). Hơn nữa, AR cũng có thể được sử dụng để cung cấp cho người nông dân thông tin hữu ích về vật nuôi của họ như nhiệt độ cơ thể, thành phần cơ thể và mức độ dinh dưỡng (Lam và cs., 2021).

Thực tế ảo

Thực tế ảo (VR) là một môi trường kỹ thuật số được tạo ra bởi bộ máy công nghệ có thể được điều khiển để trông giống như thật (Holden, 2021). Nó là một công cụ đặc lực để khách hàng hiểu rõ hơn về nguồn gốc sản phẩm sữa của mình (Morstatter, 2023). Ví dụ: chủ trang trại bò sữa có thể tạo chuyến tham quan ảo đến chuồng trại của họ để khách hàng khám phá. Bằng cách sử dụng tai nghe VR, khách hàng có thể trải nghiệm trang trại và tìm hiểu tất cả về nguồn gốc cũng như quá trình sản xuất các sản phẩm sữa mà họ mua. Chuyến tham quan ảo cũng có thể bao gồm mô tả chi tiết về quy trình vắt sữa bò hoặc toàn bộ quy trình làm pho mát.

VR cũng cung cấp cho khách hàng trải nghiệm phong phú và cho phép họ tương tác với môi trường. Ví dụ: khách hàng có thể cuộn từ bên này sang bên kia để có cái nhìn rõ hơn về toàn bộ chuồng bò sữa. Họ cũng có thể nhấp vào các đối tượng khác nhau và nhận thêm thông tin về chúng. Trải nghiệm này có thể giúp khách hàng hiểu rõ hơn về nguồn gốc thực phẩm của họ và khiến họ cảm thấy gắn kết hơn với nhà sản xuất.

Cuối cùng, VR cũng có thể được sử dụng để giáo dục khách hàng về tầm quan trọng của phúc lợi động vật và tính bền vững trong ngành sữa. Thông qua các chuyến tham quan ảo đến chuồng trại, khách hàng có thể xem cách các con vật được đối xử và quy trình sản xuất được tiến hành như thế nào. Điều này có thể giúp nâng cao nhận thức về phúc lợi động vật và tầm quan trọng của tính bền vững, đồng thời khuyến khích khách hàng đưa ra quyết định sáng suốt hơn về việc mua sữa của họ.

Chuỗi khối

Nó ngày càng được khám phá như một phương tiện để cung cấp khả năng truy xuất nguồn gốc và an toàn thực phẩm, khi người tiêu dùng ngày càng tò mò về nguồn gốc và quy trình sản xuất thực phẩm họ tiêu thụ (Viejo và cs., 2022). Blockchain là một công nghệ sổ cái phân tán, là một dạng hệ thống cơ sở dữ liệu phân tán, cho phép dữ liệu được lưu trữ và chia sẻ một cách an toàn (Shehabi và cs., 2021). Nó có thể được sử dụng để kết nối từng mắt xích trong chuỗi cung ứng thực phẩm, từ nhà sản xuất đến người tiêu dùng. Điều này cho phép sự minh bạch và tin cậy tốt hơn giữa các bên liên quan trong chuỗi cung ứng thực phẩm (Wu và cs., 2020).

Tiềm năng của công nghệ blockchain trong việc cung cấp khả năng truy xuất nguồn gốc và an toàn thực phẩm là rất đáng kể. Ví dụ: bằng cách kết nối các điểm xuất xứ, sản xuất và phân phối, nó có thể được sử dụng để theo dõi các mặt hàng thực phẩm từ trang trại đến bàn ăn,

cung cấp cái nhìn chi tiết về hành trình của thực phẩm (Zhang và cs.,2021). Điều này có thể giúp đảm bảo đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn nhất định và thực phẩm không bị ô nhiễm hoặc tạp nhiễm trong suốt hành trình từ nhà sản xuất đến người tiêu dùng. Nó cũng có thể được sử dụng để phát hiện gian lận và làm giả thực phẩm vì rất khó để truy tìm nguồn gốc của các mặt hàng thực phẩm trong chuỗi cung ứng truyền thống (Zhang và cs.,2021).

Blockchain cũng có thể được sử dụng để lưu trữ và chia sẻ dữ liệu sản phẩm, chẳng hạn như ngày hết hạn, thông tin dinh dưỡng và chất gây dị ứng (Shehabi và cs., 2021). Điều này có thể giúp đảm bảo rằng người tiêu dùng có quyền truy cập vào thông tin chính xác về thực phẩm họ tiêu thụ, cho phép họ đưa ra quyết định sáng suốt. Ngoài ra, blockchain có thể được sử dụng để cung cấp quyền truy cập vào thông tin chi tiết hơn về quy trình sản xuất, chẳng hạn như việc sử dụng hóa chất và thuốc trừ sâu, thực hành lao động được sử dụng và tác động môi trường của quá trình sản xuất (Shehabi và cs., 2021).

Internet vạn vật

Internet vạn vật (IoT) là một công nghệ mạng tính cách mạng đang làm thay đổi ngành công nghiệp sữa. Nó cho phép kết nối nhiều thiết bị và hệ thống, cho phép thu thập dữ liệu và chia sẻ thông tin (Nilsson, 2009). Dữ liệu này có thể được sử dụng để nâng cao hiệu quả và lợi nhuận của các trang trại bò sữa (Vries và cs., 2023). Ví dụ, IoT cho phép vận hành hệ thống vắt sữa tự động và theo dõi sức khỏe động vật cũng như lượng thức ăn ăn vào (Vries và cs., 2023). Bằng cách tận dụng dữ liệu từ các hệ thống này, người nông dân có thể xác định sức khỏe của vật nuôi và điều chỉnh các biện pháp quản lý cho phù hợp. Ngoài ra, dữ liệu có thể được sử dụng để tạo báo cáo, chẳng hạn như hiệu suất đàn hàng ngày, có thể giúp nông dân đưa ra quyết định sáng suốt hơn về quản lý đàn (Vries và cs., 2023).

IoT cũng cho phép tích hợp các công nghệ trên cao khác, chẳng hạn như cảm biến và thiết bị theo dõi (Vries và cs., 2023). Những công nghệ này có thể được sử dụng để giám sát môi trường trong chuồng trại, cho phép người nông dân thực hiện các điều chỉnh để đảm bảo điều kiện tối ưu cho vật nuôi của họ (Vries và cs., 2023). Hơn nữa, IoT có thể được sử dụng để kết nối trang trại bò sữa với thị trường, cho phép nông dân tiếp thị sản phẩm của họ hiệu quả hơn (Vries và cs., 2023).

Cùng với nhau, những công nghệ trên cao này đang mở ra cánh cửa cho ngành sữa để tăng năng suất, lợi nhuận và hiệu quả (Vries và cs., 2023). Bằng cách tận dụng sức mạnh của IoT và kết nối nó với các công nghệ khác, nông dân có thể truy cập vào dữ liệu có thể được sử dụng để đưa ra quyết định sáng suốt và đảm bảo hoạt động thành công của họ. Với sự tiến bộ không ngừng của công nghệ IoT, ngành công nghiệp sữa chắc chắn sẽ được hưởng lợi từ hiệu quả và lợi nhuận được cải thiện.

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chăn nuôi

Chăn nuôi có thể được sắp xếp hợp lý bằng trí tuệ nhân tạo theo nhiều cách khác nhau. Phân tích dự đoán năng cao và thị giác máy tính được sử dụng trong nhiều trong số đó. Để hiểu rõ hơn về phạm vi tiềm năng của AI trong lĩnh vực này, chúng ta hãy xem xét một số trường hợp sử dụng điển hình nhất.

Nhận dạng động vật

Trước đây, nông dân sẽ lưu giữ hồ sơ thủ công về vật nuôi của mình để tìm hiểu thông tin về chúng, bao gồm lịch sử sức khỏe, tuổi tác, tình trạng sinh sản, tốc độ tăng trưởng và thói quen ăn uống (Team Pashudhan Praharee, 2023; FAO, 2010). Việc xử lý dữ liệu này và thu được những hiểu biết sâu sắc từ nó trở nên dễ dàng hơn nhờ trí tuệ nhân tạo (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001, Shanahan và cs., 2020; Holden, 2021). Nông dân hoàn toàn có thể tự động hóa việc nhận dạng vật nuôi bằng cách sử dụng thị giác máy tính (Samad và cs., 2022).

Để truy cập tất cả các thông tin chi tiết cần thiết về tình trạng và quá khứ của một con vật cụ thể, người ta chỉ cần quét mã số nhận dạng (Shanahan và cs., 2020). Ngay cả những động vật nhỏ hơn, chẳng hạn như gà, giờ đây cũng có thể được nhận dạng riêng lẻ thay vì theo đàn nhờ trí tuệ nhân tạo (Samad và cs., 2022). Điều này làm giảm rủi ro dịch tễ học và giúp cải thiện phúc lợi trong những hoàn cảnh đặc biệt khó khăn này (Congdon và cs., 2022).

Hệ thống cân tự động

Cân là điều cần thiết để đảm bảo kiểm soát chất lượng (Szwaczkowski, 2011). Có thể cân cả cá nhân và nhóm động vật (một lần nữa, điều này áp dụng nhiều hơn cho gia cầm và các động vật nhỏ khác) (Samad và cs., 2022). Điều quan trọng là những động vật cố gắng tránh sử dụng cân thường xuyên gặp căng thẳng khi làm như vậy (Silanikove, 2000). Điều này có tác động đến cả sức khỏe của họ và hiệu quả của quy trình (Katiyatiya và cs., 2014). Làm cho quá trình này nhanh chóng và dễ dàng nhất có thể là điều cần thiết trong bối cảnh này (Miranda-de la Lama và cs., 2012). Điều này được thực hiện dễ dàng hơn bằng cách tự động hóa. Cảm biến nhạy cảm loại bỏ nhu cầu quét thủ công bằng cách phát hiện chính xác trọng lượng trong một phân giây và tự động đăng ký kết quả vào cơ sở dữ liệu (Shanahan và cs., 2020; Team Pashudhan Praharee, 2023). Dữ liệu này có thể được xử lý bởi hệ thống trí tuệ nhân tạo và có thể rút ra những hiểu biết sâu sắc từ đó để giúp cải thiện các phương pháp canh tác (Morstatter, 2023). Hệ thống có thể xác định mối quan hệ giữa trọng lượng và lịch sử của một con vật bằng cách xác định con vật đó (Wang và cs., 2022). Kết quả là các quy trình đảm bảo chất lượng được sắp xếp hợp lý (Kumari và Dhawal, 2021).

Giám sát phúc lợi động vật

Trí tuệ nhân tạo có khả năng nâng cao đáng kể phúc lợi động vật đồng thời giảm thiểu rủi ro dịch tễ học (6 Congdon và cs., 2022). Sử dụng phân tích âm thanh, hoạt động của động vật, mô hình cho ăn và uống nước, nhận dạng tần số vô tuyến và các công nghệ chăn nuôi chính xác khác, sức khỏe và phúc lợi của động vật có thể được theo dõi bằng AI (23 Team Pashudhan Praharee, 2023, 26 Nilsson, 2009).

Theo dõi thói quen ăn uống

Các thiết bị Internet of Thing (IoT) được trang bị thị giác máy tính có thể ghi lại các mô hình thói quen uống và cho ăn của vật nuôi, cung cấp cho nông dân những thông tin hữu ích (Tedeschi, 2022). Các cảm biến hỗ trợ quá trình đó bằng cách theo dõi mức độ và tốc độ tiêu thụ cả ban ngày lẫn ban đêm để theo dõi hành vi của động vật và phát hiện những điểm bất thường (Rotaru và cs., 2021). Nông dân có thể nhận ra động vật có thói quen ăn uống bất thường, đây có thể là dấu hiệu của các vấn đề về hành vi hoặc sức khỏe, bằng cách sử dụng dữ liệu được xử lý bởi hệ thống AI (Tedeschi, 2022). Ngoài ra, họ có thể sử dụng dữ liệu đã thu thập để khám phá mối quan hệ giữa một loại thực phẩm cụ thể với trọng lượng và sức khỏe của vật nuôi (Ezanno và cs., 2021). Kết quả là nó phát triển thành một công cụ kiểm soát chất lượng quan trọng (Holden, 2021).

Việc phân tích các kiểu chuyển động, tư thế và kiểu hoạt động có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các công cụ tương tự như những công cụ đã đề cập ở trên. Những mẫu này rất quan trọng để kiểm soát chất lượng hiệu quả (Neethirajan, 2022). Sức khỏe động vật có thể được dự đoán đáng kể bởi các yếu tố như mức độ hoạt động vào ban ngày và ban đêm, chuyển động và tư thế (Isabelle, 2022). Các thuật toán thị giác máy tính và học máy có thể xác định vị trí, phân loại và liên kết chúng với các triệu chứng của vấn đề cụ thể, tự động đưa ra cảnh báo (Morota và cs., 2018). Các công nghệ trong chăn nuôi để tăng cường xử lý động vật bao gồm phân tích chuyển động của bò, xác định hành vi và hoạt động của bò, đồng thời giám sát lượng thức ăn ăn vào và nhai lại (Morstatter, 2023).

Nhận dạng phân

Phân có thể cung cấp thông tin có giá trị về phúc lợi của động vật (Möstl và Palme, 2002). Nông dân có thể tự động hóa việc kiểm tra bằng thị giác máy tính để tìm ra những điểm bất thường thay vì phải thực hiện bằng tay (Ezanno và cs., 2021). Phân của động vật cũng sẽ chứa vi khuẩn nếu bị nhiễm chúng. Dựa trên mẫu được kiểm tra, hệ thống trí tuệ nhân tạo có thể nhanh chóng xác định rủi ro ô nhiễm và cung cấp thông tin chi tiết cho nông dân (Congdon và cs., 2022). Một cơ chế như vậy là một phần quan trọng trong thực tiễn ngăn chặn dịch bệnh.

Giám sát ứng suất nhiệt bằng cách sử dụng phân tích nhiệt độ

Theo dõi stress nhiệt là một cách khác mà trí tuệ nhân tạo có thể nâng cao phúc lợi động vật (Ezanno và cs., 2021). Động vật trang trại thường xuyên phải chịu nhiệt độ cao do mật độ chăn nuôi cao trong một khu vực tương đối nhỏ, điều này thường có tác động bất lợi đến cả sức khỏe thể chất và tinh thần của chúng (Neeteson và cs., 2008). Để phát hiện sớm stress nhiệt và xác định tình trạng sức khỏe, hệ thống quản lý vật nuôi và công nghệ camera được sử dụng (Team Pashudhan Praharee, 2023; Endale, 2006). Các cảm biến được tích hợp trong hệ thống dựa trên AI có thể thu thập dữ liệu về nhiệt độ, trích xuất thông tin chi tiết về mức tăng giảm của nhiệt độ và liên kết nhiệt độ với các hành động hoặc hành vi cụ thể (Rotaru và cs., 2021). Mô hình học máy nhận ra các mô hình làm tăng nguy cơ kiệt sức vì nóng và gửi cảnh báo theo thời gian thực khi nhiệt độ đạt đến mức được chỉ định là nguy hiểm (Kumari và Dhawal, 2021). Nông dân có thể đưa ra những cải tiến trong lĩnh vực này bằng cách sử dụng dữ liệu họ đã thu thập được (Wang và cs., 2022).

Giám sát chăn nuôi

Giống như phân động vật, tiếng kêu của vật nuôi có thể cung cấp cho người nông dân những thông tin quan trọng về phúc lợi của động vật của họ (Newman, 1994). Các dị thường về giọng hát của động vật có thể được nhận dạng và phân loại bằng thuật toán học máy đã được huấn luyện dựa trên dữ liệu âm thanh lấy từ các bản ghi âm (Neethirajan, 2022). Người nông dân có thể có được bức tranh toàn cảnh về tình trạng vật nuôi của mình bằng cách kết hợp nguồn thông tin này với nguồn thông tin đã đề cập trước đó (Mccarthy, 2004). Bản ghi trực tiếp cũng có thể được sử dụng để quản lý sự tương tác và tương tác giữa các động vật trong trang trại (Neethirajan, 2022). Hệ thống này cung cấp cho người nông dân khả năng ngăn chặn sự lây lan của bất kỳ hành vi bệnh lý nào và hành động ngay lập tức nếu chúng xảy ra (Zuraw và Aeffner, 2022).

Giám sát thay đổi các điều kiện nuôi và chuồng trại

Trí tuệ nhân tạo rất hữu ích trong việc quản lý các điều kiện bên cạnh việc quản lý phúc lợi của vật nuôi (Nilsson, 2009). Điều này cần thiết không chỉ đối với chất lượng hàng hóa của họ mà còn đối với sự an toàn và tuân thủ quy định của mọi người (Laloë, 2019). Những sửa đổi có điều kiện có tính chất nhỏ (độ ẩm, nhiệt độ, không gian, độ sáng, v.v.) có thể có tác động đáng kể đến các quá trình quan trọng khác, bao gồm cả năng suất của quá trình nhân giống (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001).

Tạo thói quen cho ăn

Người ta đã đề cập rằng thói quen cho ăn và uống rượu có thể được coi là dấu hiệu về phúc lợi của động vật (Congdon và cs., 2022). Việc tìm ra lịch trình cho ăn tốt nhất để tăng năng suất và tối đa hóa chất lượng sản phẩm đồng thời giảm thiểu chi phí có thể được thực hiện bằng cách sử dụng dữ liệu được thu thập cho mục đích giám sát (Laloë, 2019). Với một tập dữ liệu lớn, thuật toán (lý tưởng nhất là thuật toán học sâu) có thể xác định mối quan hệ giữa các kiểu cho ăn cụ thể và hành vi/chất lượng mong muốn của sản phẩm (Liu, 2021). Người nông dân có thể thử nghiệm các thiết lập khác nhau và xác định những thiết lập tốt nhất với sự trợ giúp

của phân tích nâng cao (Samad và cs., 2022). Tất nhiên, điều này có tác động tích cực đến năng suất nông nghiệp nói chung.

Đánh giá đồng cỏ

Sử dụng thị giác máy tính, các doanh nghiệp chăn nuôi có thể tự động theo dõi điều kiện đồng cỏ để xác định xem liệu họ có cung cấp cho động vật những điều kiện ăn tốt nhất có thể hay không (Watts, 1998). Đồng cỏ có thể được đánh giá bởi hệ thống nhận dạng AI, hệ thống này sử dụng thuật toán đã được đào tạo để đưa ra khuyến nghị (Morota và cs., 2018). Ví dụ, nó có thể ghi lại những khoảnh đất trống và đồng cỏ không đáp ứng các tiêu chuẩn về chất lượng do nấm, khô hoặc các yếu tố thích hợp khác (Nilsson, 2009). Người nông dân cũng có thể ước tính lượng đồng cỏ có sẵn cho vật nuôi dựa trên hình ảnh đã đăng ký và sau đó xác định xem những số liệu này có phù hợp với mức trợ cấp hàng ngày được khuyến nghị dựa trên trọng lượng của vật nuôi hay không (Samad và cs., 2022).

Trại giống có thể được cải thiện tốt hơn để người nuôi có thể cung cấp môi trường tốt nhất cho sự phát triển của phôi bên trong trứng (Liu, 2021). Phương pháp sản xuất thông thường sử dụng động vật không thể được sử dụng trong môi trường công nghiệp (Laloë, 2019). Tái tạo các điều kiện môi trường mà trứng trải qua trong quá trình nở tự nhiên là một thách thức đối với người nông dân (Samad và cs., 2022). Vì quá trình ủ có thể bị ảnh hưởng bởi những thay đổi về độ ẩm và nhiệt độ nên cần phải theo dõi độ chính xác và liên tục. Hệ thống trí tuệ nhân tạo được kết nối với máy ấp trứng và cảm biến có thể trích xuất và đánh giá dữ liệu thích hợp để tìm ra bất kỳ thay đổi nào về tình trạng có thể ngăn cản phôi phát triển bình thường (Samad và cs., 2022). Người nông dân có thể thực hiện các cải tiến để duy trì quá trình ấp trứng dựa trên những nhận thức này (Watts, 1998). Trong khi làm như vậy, nó sẽ theo dõi các vấn đề sức khỏe cụ thể ảnh hưởng đến khả năng sinh sản như thế nào, rút kinh nghiệm từ dữ liệu này và điều chỉnh các đề xuất nếu cần thiết (Ezanno và cs., 2021).

Phát hiện phôi sống trong trứng

Việc phát hiện sớm trứng không nở và trứng vô sinh giúp người nông dân tránh khỏi những chi phí không cần thiết đồng thời tối đa hóa việc sử dụng không gian trại giống và nâng cao năng suất (Rotaru và cs., 2021). Nó có thể được thực hiện bằng cách kết hợp các phương pháp chụp ảnh siêu phổ cận hồng ngoại với học máy (Zuraw và Aeffner, 2022). Để nhanh chóng loại bỏ trứng khỏi trại giống, nông dân huấn luyện các thuật toán học máy với bộ dữ liệu chứa hình ảnh về trứng có khả năng sinh sản và trứng vô sinh. Công nghệ thị giác máy tính có thể được sử dụng để theo dõi sự phát triển của phôi cũng như xác định trứng đã thụ tinh (Tedeschi, 2022). Các nhà sản xuất gia cầm đang bắt đầu cung cấp các máy ấp trứng có hệ thống chụp ảnh tua nhanh thời gian và phần mềm phù hợp để xử lý dữ liệu trực quan và đưa ra suy luận từ dữ liệu đó (Watts, 1998). Mô hình học máy được đào tạo bằng cách sử dụng các hình ảnh cho thấy sự phát triển phôi thích hợp, có khả năng phát hiện các điểm bất thường ở từng giai đoạn và thông báo cho người quản lý trại giống để họ có thể ngăn ngừa lãng phí và duy trì năng suất cao nhất có thể (Morota và cs., 2018). Ngoài ra, nếu một hệ thống như vậy được kết hợp với các cảm biến, nó sẽ mang lại cho họ nhận thức về ảnh hưởng của hoàn cảnh đối với sự phát triển của phôi (Viejo và cs., 2022).

Xác định giới tính

Sử dụng trí tuệ nhân tạo để xác định giới tính có thể chấm dứt hành vi giết gà con đực gây tranh cãi trong các trang trại (Samad và cs., 2022). Người chăn nuôi có thể chuyển sang mô hình có đạo đức hơn nhưng cũng thành công hơn bằng cách xác định giới tính trong vài ngày ấp đầu tiên. Chụp cộng hưởng từ (MRI) và các mô hình trí tuệ nhân tạo đánh giá và phân loại hình ảnh có thể thực hiện được (Zuraw và Aeffner, 2022).

Theo dõi sinh sản và xác định mùa sinh sản

Để tối ưu hóa chương trình nhân giống, người chăn nuôi cũng có thể sử dụng phân tích dự đoán. Hệ thống trí tuệ nhân tạo có thể theo dõi chu kỳ của động vật cái và thời điểm chúng động dục, đề xuất thời điểm lý tưởng để thụ tinh (Morstatter, 2023). Điều quan trọng là các yếu tố môi trường khác nhau ảnh hưởng đến khả năng thụ tinh. Dựa trên sự tổng hợp của tất cả những dữ liệu này, hệ thống sẽ đề xuất thời điểm lý tưởng để nhân giống (Morota và cs., 2018).

Trí tuệ nhân tạo để phát hiện động dục

Các trang trại chăn nuôi bò sữa phụ thuộc rất nhiều vào khả năng xác định chính xác động dục (hoặc động dục) (Khatkar và cs., 2004). Nông dân hiện có thể tránh được tổn thất do phát hiện động dục không chính xác nhờ những tiến bộ trong công nghệ AI và các ứng dụng của nó (Höglund và cs., 2014). Trong suốt cả ngày, chiếc vòng cổ được trang bị cảm biến chuyển động gắn chặt vào cổ con bò thu thập mọi loại thông tin về con vật (Vries và cs., 2023). Dữ liệu được xử lý bởi các thành phần trí tuệ nhân tạo của hệ thống tự động hóa sữa để tiết lộ thông tin về stress nhiệt, những thay đổi về hiệu quả cho ăn và động dục của bò (Morstatter, 2023). Các hormone đặc biệt ảnh hưởng đến hành vi và chuyển động của bò được giải phóng khi chu kỳ động dục xảy ra (Abeygunawardena và Dematawewa, 2004). Ví dụ, một con bò ở trạng thái động dục đứng có nhiều khả năng ngừng di chuyển trong một thời gian dài để những con khác có thể cưỡi lên nó (Yusuf và cs., 2010). Thành phần AI có thể dự đoán thời kỳ rụng trứng của bò bằng cách so sánh dữ liệu được thu thập gần đây (về chuyển động) với dữ liệu được lưu trữ trước đó (Vries và cs., 2023). Thời kỳ rụng trứng bắt đầu từ 24 đến 32 giờ sau khi bắt đầu “Động dục đứng”, giúp người nông dân có đủ thời gian để sẵn sàng cho việc thụ tinh nhân tạo cho bò cái trong động dục (Yusuf và cs., 2010).

Hệ thống phân phối vắc xin bằng robot

Ngày nay, vật nuôi ở trang trại chăn nuôi bò sữa phải nhận được hàng trăm mũi tiêm chủng và thuốc hỗ trợ sinh sản từ người nông dân (Courtin và cs., 2008). Mỗi trang trại bò sữa sẽ cần đầu tư đáng kể vào lao động và đào tạo nếu có ý định tiêm vắc xin theo cách thủ công (Team Pashudhan Praharee, 2023; Flint và Woolliams, 2008). Các trang trại bò sữa hiện đại quản lý vắc xin và thuốc sinh sản cho vật nuôi trong trang trại bò sữa bằng cách sử dụng hệ thống tiêm robot để đảm bảo tương lai kinh tế bền vững cho các trang trại bò sữa và đạt được tỷ lệ tuân thủ 100% (Ezanno và cs., 2021). Với hệ thống tự động hóa sữa, hệ thống robot được tích hợp (Kumari và Dhawal, 2021). Hệ thống tiêm robot đọc các thẻ được gắn vào tai bò để lấy dữ liệu về lịch sử sức khỏe và tiêm chủng của bò (Morota và cs., 2018). Nếu con bò cần tiêm, kim sẽ hướng về hướng đó và cơ chế tiêm sẽ tự định vị để đưa thuốc vào cổ con bò (Neethirajan, 2022).

Nhận dạng khuôn mặt

Nhận dạng khuôn mặt không có gì mới nhưng hiện nay nó đang được áp dụng cho gia súc cũng như con người. Việc sử dụng các thiết bị theo dõi vật lý phân lớn vẫn được yêu cầu bởi các hệ thống hiện có, mặc dù việc giám sát gia súc “thông minh” đang ngày càng trở nên phổ biến (Samad và cs., 2022). Bằng cách loại bỏ những rắc rối khi cài đặt các thiết bị này, công nghệ nhận dạng khuôn mặt sẽ giúp việc giám sát toàn bộ đàn vật nuôi trở nên đơn giản mà không cần nhiều sự tương tác của con người (Morstatter, 2023). Điều này nhằm mục đích cho phép theo dõi hành vi của nhóm cá nhân, phát hiện sớm tình trạng đi khắp khiêng và ghi lại thói quen ăn uống chính xác (Holden, 2021).

Hệ thống vắt sữa tự động

Máy vắt sữa tự động có cốc cảm biến có thể được gắn chặt vào đầu vú của bò (Vries và cs., 2023). Các núm vú cũng có thể được làm sạch và khử trùng tự động bằng máy. Máy cũng có thể phát hiện màu sắc, tạp chất và chất lượng của sữa (Nilsson, 2009). Sữa sẽ được chuyển sang một thùng chứa khác nếu nó không phù hợp cho con người sử dụng (Viejo và cs., 2022).

Máy cho ăn Robot tự động

Thiết bị này cho động vật trang trại ăn hỗn hợp thức ăn thô đậm đặc dựa trên nhu cầu dinh dưỡng của chúng (Kumari và Dhawal, 2021). Sàn lát gỗ được làm sạch bằng robot cào. Nó không ngừng đẩy và cào, dễ dàng di chuyển trong không gian hẹp và đảm bảo bề mặt sạch sẽ, không có bùn.

Trí tuệ nhân tạo để dự đoán giá trị giống vật nuôi

Các kỹ thuật học máy như cây quyết định và mạng lưới thần kinh nhân tạo (ANN) ngày càng được sử dụng nhiều trong nông nghiệp vì chúng là những công cụ nhanh, mạnh và linh hoạt cho các ứng dụng phân loại và dự đoán, đặc biệt là các ứng dụng bao gồm các hệ thống phi tuyến (McQueen và cs., 1995). Những kỹ thuật này đã được sử dụng để phát hiện bệnh viêm vú (Kim and Heald, 1999), phát hiện động dục (Pietersma và cs., 2003) và khám phá lý do lựa chọn. Cây quyết định và các phương pháp liên quan cũng được sử dụng trong phân tích đường cong cho con bú (Allore và cs., 1995), giải thích dữ liệu về số lượng tế bào soma (Domecq và cs., 1991) và đánh giá hiệu quả quản lý sinh sản (Caraviello và cs., 2006; Sanzogni và Kerr, 2001). Ngoài ra, ANN còn được sử dụng để dự đoán tổng sản lượng sữa nông nghiệp (Sharma và cs., 2004), dự đoán sản lượng sữa trong 305 ngày (Heald và cs., 2000; Shahinfar, 2007) và phát hiện bệnh viêm vú (Nielen và cs., 1995). Logic mờ, bao gồm việc phân loại các biến thành các tập mờ với mức độ thành viên từ 0 đến 1, gần đây đã tìm được cách ứng dụng vào nghiên cứu nông nghiệp (Ribeiro và cs., 1998). Ứng dụng này bao gồm việc phát triển hệ thống hỗ trợ quyết định để phân tích dữ liệu về sản lượng sữa trong ngày thử nghiệm từ chương trình Cải thiện đàn bò sữa (DHI). Hiện nay, có nhiều nhóm hiện đại khác nhau tập trung vào việc xác định và theo dõi bệnh viêm vú và động dục thông qua hệ thống vắt sữa tự động và đánh giá di truyền. Các nhóm đương thời phát hiện bệnh viêm vú và động dục từ hệ thống vắt sữa tự động và đánh giá di truyền (Rekaya và cs., 1999). Việc tạo ra các hàm thành viên phù hợp là trở ngại chính khi sử dụng các hàm thành viên (MF). Có thể giảm thời gian và nỗ lực tính toán cần thiết để đưa ra quyết định MF bằng cách sử dụng ANN, tương đối dễ xây dựng. Phát triển đánh giá hình thái bằng trí tuệ nhân tạo bao gồm cả việc khái niệm hóa và thực hiện một cách tiếp cận toàn diện. Thiết kế và thực hiện đánh giá hình thái bằng AI (Goyache và cs., 2001; Goyache và cs., 2001). Nó có thể được sử dụng để phát triển nhân vật dựa trên hình dạng của động vật (thông qua phát hiện cạnh).

Trí tuệ nhân tạo trong việc chuyển đổi gen và chỉnh sửa gen

Một lĩnh vực trong AI đó đang phát triển đáng kể là bộ gen, nghiên cứu về bộ gen hoàn chỉnh trong một sinh vật. Khi các nhà nghiên cứu có thể sắp xếp và phân tích DNA, hệ thống AI sẽ làm việc nhanh hơn, rẻ hơn và chính xác hơn; với hiểu biết sâu sắc này, họ có thể đưa ra quyết định về việc chăm sóc, những gì một sinh vật có thể dễ mắc phải trong tương lai, những đột biến nào có thể gây ra các bệnh khác nhau và cách chuẩn bị cho tương lai (D'Agaro, 2018). Người ta ước tính rằng 90% dữ liệu số của toàn thế giới có tuổi đời dưới 5 năm (Dias và Torkamani, 2019). Khi AI đang được sử dụng, nó đã được sử dụng để giải quyết một số vấn đề liên quan đến bộ gen, bao gồm xác định vị trí của nucleosome, vị trí mỗi nối, chất xúc tiến và chất tăng cường. Đã có những thành công được ghi nhận trong việc “chỉnh sửa” các gen

gây bệnh hoặc “chỉnh sửa” các gen tạo ra động vật có năng suất cao, kháng bệnh (Dias và Torkamani, 2019).

Ưu điểm và nhược điểm của trí tuệ nhân tạo

Người chăn nuôi hiện nay có thể nâng cao đáng kể phúc lợi cho vật nuôi của mình nhờ công nghệ trí tuệ nhân tạo (Liu, 2021). Điều này rất quan trọng không chỉ từ quan điểm đạo đức và pháp lý mà còn về chất lượng sản phẩm của họ (Kumari và Dhawal, 2021). Công nghệ thông minh và phần mềm tiên tiến giúp việc theo dõi điều kiện sống của động vật và phát hiện bất kỳ điểm bất thường nào có thể gây hại cho chúng trở nên đơn giản hơn bao giờ hết (Viejo và cs., 2022). Hệ thống này cũng theo dõi các mô hình hành vi của động vật và kết nối chúng với các biến số cụ thể cũng như sự kết hợp của chúng. Điều này cho phép nông dân duy trì được tiêu chuẩn chất lượng cao nhất đồng thời tăng sản lượng (Liu, 2021). Người chăn nuôi có thể giảm bớt các tác động tiêu cực đến môi trường của ngành chăn nuôi và chấm dứt các hoạt động có vấn đề, phi đạo đức và không bền vững (Samad và cs., 2022). Trí tuệ nhân tạo cung cấp cho nông dân sự hỗ trợ vượt trội, cho phép họ giảm thiểu việc sử dụng tài nguyên, cải thiện tính bền vững của mô hình cho ăn và tăng năng suất trang trại nói chung, đặc biệt là khi giảm lượng khí thải carbon (Neethirajan, 2022). Trí tuệ nhân tạo giúp việc nhập dữ liệu vào hồ sơ trang trại, giám sát hoạt động của trang trại, phân tích hiệu quả kinh tế, cải thiện sức khỏe động vật và tăng độ phì của đất trở nên đơn giản (Laloë, 2019). Nhìn chung, AI là một điều may mắn trong việc nâng cao hiệu quả và năng suất đồng thời giảm khả năng xảy ra lỗi của con người (Isabelle, 2022). AI hứa hẹn độ chính xác trong chăn nuôi, nhưng nếu nông dân không thể hiểu dữ liệu và đưa vào sử dụng thì thông tin đó sẽ vô ích (Ezanno và cs., 2021). Các nhà sản xuất có thể sử dụng trí tuệ nhân tạo để mô phỏng quá trình ra quyết định của con người nhằm đưa ra những diễn giải và giải pháp cho dữ liệu được thu thập bởi các cảm biến và các công nghệ phần cứng khác (Zuraw và Aeffner, 2022).

Cũng tồn tại một số hạn chế, chẳng hạn như chi phí phát triển và khả năng tự động hóa để thay thế chúng (50 Isabelle, 2022). Tuy nhiên, điều quan trọng cần nhớ là lĩnh vực trí tuệ nhân tạo có tiềm năng tạo ra việc làm, một số trong đó thậm chí còn chưa được tưởng tượng ra (Viejo và cs., 2022). Do đó, tình trạng thất nghiệp, chi phí cao của công nghệ như máy bay không người lái, có thể tốn kém để chế tạo, xây dựng lại và sửa chữa cũng như lượng lớn dữ liệu cần thiết để đào tạo AI đều là những vấn đề (Kumari và Dhawal, 2021). Ngoài ra, tin tặc có thể sử dụng giải pháp AI để thu thập thông tin cá nhân (Congdon và cs., 2022).

Phát triển mô hình trí tuệ nhân tạo cho chăn nuôi

AI có khả năng cải thiện đáng kể hiệu quả trong chăn nuôi, từ việc xác định và theo dõi vật nuôi đến dự đoán các chiến lược chăn nuôi và cho ăn tối ưu nhất. Đánh giá này đề xuất một mô hình được xác định rõ ràng để triển khai AI trong chăn nuôi, nêu rõ các bước và thách thức khác nhau cần được giải quyết.

Các mô hình dựa trên AI có thể được sử dụng để phân tích dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau như cảm biến, hình ảnh và các hệ thống kỹ thuật số khác nhằm cung cấp thông tin chuyên sâu về sức khỏe và hiệu suất của vật nuôi. AI cũng có thể được sử dụng để dự đoán dịch bệnh bùng phát, xác định các vấn đề sức khỏe động vật và đưa ra cảnh báo sớm về các mối đe dọa tiềm ẩn đối với sản xuất. Ví dụ, hệ thống theo dõi sức khỏe gia súc dựa trên AI do Roulston và cs. (2020) được sử dụng làm ví dụ về cách triển khai AI trong việc theo dõi sức khỏe đàn gia súc. Hơn nữa, hệ thống quản lý thức ăn dựa trên AI được phát triển bởi Zhang và cs. (2019) được nêu bật như một ví dụ về ứng dụng của AI trong quản lý thức ăn chăn nuôi. Ngoài ra, hệ thống phát hiện bệnh dựa trên AI được phát triển bởi Li và cs. (2020) được thảo

luận như một ví dụ về tiềm năng của AI trong việc theo dõi bệnh tật. Do đó, bất kỳ mô hình AI nào được đề xuất cho chăn nuôi đều phải được điều chỉnh theo nhu cầu cụ thể của trang trại và phải bao gồm các thành phần khác nhau như sau:

Do đó, bước đầu tiên trong việc phát triển mô hình là thu thập dữ liệu, bao gồm việc thu thập dữ liệu có thể được sử dụng để phát triển mô hình AI. Điều này có thể bao gồm dữ liệu từ các cảm biến và camera được lắp đặt trong các trang trại chăn nuôi cũng như dữ liệu từ các nguồn khác như dữ liệu thời tiết và đất đai. Sau khi dữ liệu đã được thu thập, nó cần được làm sạch và xử lý trước trước khi có thể sử dụng trong quá trình phát triển mô hình AI. Bước thứ hai của mô hình đề xuất là phân tích dữ liệu. Tại đây, dữ liệu được phân tích và trực quan hóa để hiểu rõ hơn về hành vi của vật nuôi và môi trường. Điều này được thực hiện bằng cách áp dụng các kỹ thuật khác nhau như học máy, học sâu và xử lý ngôn ngữ tự nhiên vào dữ liệu để xác định các mô hình và xu hướng. Bước thứ ba của mô hình đề xuất là phát triển mô hình, bao gồm việc tạo ra các mô hình AI có thể được sử dụng để dự đoán hành vi của vật nuôi. Điều này có thể bao gồm việc dự đoán các chiến lược chăn nuôi và cho ăn tối ưu, cũng như dự báo sức khỏe và năng suất trong tương lai của vật nuôi. Bước thứ tư của mô hình đề xuất là triển khai mô hình, bao gồm việc triển khai các mô hình AI tại các trang trại chăn nuôi. Điều này có thể được thực hiện bằng nhiều nền tảng khác nhau, chẳng hạn như các giải pháp dựa trên đám mây hoặc hệ thống nhúng. Bước thứ năm của mô hình đề xuất là đánh giá mô hình, bao gồm việc đánh giá các mô hình AI để đảm bảo chúng hoạt động như mong đợi. Điều này được thực hiện bằng cách thu thập dữ liệu từ mô hình đã triển khai và phân tích nó để xác định bất kỳ lĩnh vực cần cải thiện hoặc rủi ro tiềm ẩn nào. Bước thứ sáu và cũng là bước cuối cùng của mô hình đề xuất là sàng lọc mô hình, bao gồm việc sử dụng phản hồi từ việc đánh giá mô hình để cải thiện các mô hình AI. Điều này có thể liên quan đến việc điều chỉnh các tham số của mô hình hoặc kết hợp các bộ dữ liệu mới để cải thiện độ chính xác của mô hình.

Tóm lại, mô hình AI được đề xuất cho chăn nuôi phải được điều chỉnh theo nhu cầu cụ thể của trang trại và phải bao gồm các thành phần thu thập dữ liệu, phát triển mô hình, xác thực mô hình, triển khai mô hình và bảo trì mô hình. Mô hình này cần được theo dõi và cập nhật thường xuyên để đảm bảo rằng nó tiếp tục cung cấp kết quả chính xác và đáng tin cậy.

Ứng dụng tương lai của trí tuệ nhân tạo

Tác động của AI đến hoạt động hàng ngày của trang trại gia đình truyền thống vẫn chưa được xác định đầy đủ, mặc dù nó được ca ngợi là tương lai của ngành nông nghiệp (Mccarthy, 2004). Tuy nhiên, “trang trại kỹ thuật số” trong tương lai có thể đến gần hơn chúng ta nhận ra nhờ các công ty công nghệ nông nghiệp mới đang sản xuất công nghệ ngày càng có giá cả phải chăng (Wang và cs., 2022).

Do áp lực của người tiêu dùng, sự chú ý của người nông dân có thể sẽ chuyển từ giảm thiểu tác động đến môi trường sang cải thiện điều kiện nuôi nhốt động vật (Drucker và cs., 2001). Theo lý do đó, trong vài năm qua, trí tuệ nhân tạo đã có những tiến bộ đáng kể ở một số ngành công nghiệp khác nhau (Ezanno và cs., 2021). Và trong những thập kỷ tới, rất có khả năng tác động sẽ còn tăng lên nhiều hơn nữa (Rotaru và cs., 2021). Ngành nông nghiệp phải theo kịp quá trình số hóa của phần còn lại của thế giới (Smith, 2006). Nông dân có thể tối ưu hóa chăn nuôi và nâng cao phúc lợi động vật bằng cách sử dụng công nghệ mới và trí tuệ nhân tạo (Congdon và cs., 2022). Vì nhiều người tiêu dùng đặt ưu tiên cao cho phúc lợi động vật nên điều quan trọng là phải chú ý đến vấn đề này (Ezanno và cs., 2021). Phúc lợi động vật phải được tính đến nếu nông nghiệp muốn tiếp tục mang lại lợi nhuận và bền vững (Newman, 1994).

KẾT LUẬN

Vì nó làm giảm khối lượng công việc của người quản lý và các nhân viên trang trại khác nên trí tuệ nhân tạo (AI) là giải pháp thay thế quan trọng cho việc quản lý các trang trại chăn nuôi trên khắp thế giới. Trí tuệ nhân tạo là một công nghệ phù hợp và hiệu quả trong chăn nuôi vì nó tối ưu hóa việc sử dụng và hiệu quả tài nguyên. Đây cũng là một tiến bộ công nghệ phù hợp để nuôi sống dân số ngày càng tăng của thế giới. Nó phân lớn giải quyết được vấn đề thiếu hụt nguồn lực. Trí tuệ nhân tạo nói chung đều nhằm mục đích tăng cường hỗ trợ cho con người chứ không thể thay thế hoàn toàn cho con người.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abeygunawardena, H. and Dematawewa, C. M. B. 2004. "Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical zebu cattle," *Animal Reproduction Science*, vol. 82, pp. 373–387.
- Allore, H. G., Jones, L. R., Merrill, W. G. and Oltenacu, P. A. 1995. "A decision support system for evaluating mastitis information," *Journal of Dairy Science*, vol. 78, no. 6, pp. 1382–1398.
- Alvarez, M. R., Solis, J. M., Zea, A. M. and Salazar, J. 2020. "Experimental and theoretical analysis of fruit plucking patterns for robotic tomato harvesting," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 173, article 105330, 2020.
- Aseged, T., Getachew, T. and Banerjee, S. 2022. "Participatory identification of breeding objectives and selection criteria for Begaria cattle breed," *Sustainability*, vol. 14, no. 19, article 12766, 2022.
- Aydan, A. 2019. "Impact of artificial intelligence on agriculture, healthcare, and logistics," *Annals of Spiru Haret University. Economic Series*, vol. 19, no. 2, pp. 167–175.
- Baillarguet, D. and Faso, B. 2009. "Detection of selection signatures within candidate regions underlying trypanotolerance in outbred cattle populations," *Molecular Ecology*, vol. 18, no. 8, pp. 1801–1813.
- Bouhali, O., Bensmail, H., Sheharyar, A., David, F. and Johnson, J. P. 2022. "Veterinary sciences a review of radiomics and artificial intelligence and their application in veterinary diagnostic imaging," *Veterinary Sciences*, vol. 9, no. 11, p. 620.
- Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Craven, M. 2006. "Analysis of reproductive performance of lactating cows on large dairy farms using machine learning algorithms," *Journal of Dairy Science*, vol. 89, no. 12, pp. 4703–4722.
- Congdon, J. V., Hosseini, M., Gading, E. F., Masousi, M., Franke, M. and Macdonald, S. E. 2022. "The Future of Artificial Intelligence in Monitoring Animal Identification, Health, and Behaviour," *Animals*, vol. 12, no. 13, p. 1711.
- Courtin, D., Berthier, D., Thevenon, S., Dayo, G. K., Garcia, A. and Bucheton, B. 2008. "Host genetics in African trypanosomiasis," *Infection, Genetics, and Evolution*, vol. 8, no. 3, pp. 229–238.
- D'Agaro, E. 2018. "Artificial intelligence used in genome analysis studies," *The Euro Biotech Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 78–88.
- Dias, R. and Torkamani, A. 2019. "Artificial intelligence in clinical and genomic diagnostics," *Genome Medicine*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12.
- Domecq, J. J., Nebel, R. L., McGilliard, M. L. and Pasquino, A. T. 1991. "Expert system for evaluation of reproductive performance and management," *Journal of Dairy Science*, vol. 74, no. 10, pp. 3446–3453.
- Drucker, A. G., Gomez, V. and Anderson, S. 2001. "The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods," *Ecological Economics*, vol. 36, no. 1, pp. 1–18.
- Duarte, J. A., Silva, P. A., Sousa, D. M. and Oliveira, P. M. 2020. "Augmented reality for animal husbandry: a review," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 171, article 105089, 2020.
- Ellis, J. L., Jacobs, M., Dijkstra, J. 2020. "The synergy between mechanistic modelling and data-driven models for modern animal production systems in the era of big data," *Animal*, vol. 14, no. S2, pp. s223–s237.
- Endale, K. 2006. "Investment climate and manufacturing performance in Ethiopia," *Ethiopian Journal of Business and Economics (The)*, vol. 2, no. 1, 2006.
- Ezanno, P., Picault, S., Beaunée, G. 2021. "Research perspectives on animal health in the era of artificial intelligence," *Veterinary Research*, vol. 52, no. 1, 2021.
- FAO. 2010. *Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources*, FAO Animal Production and Health Guidelines, No. 3. Rome, 2010.
- Flint, A. P. F. and Woolliams, J. A. 2008. "Precision animal breeding," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 363, no. 1491, pp. 573–590.

- Goyache, F., Coz, J. J., Quevedo, J. R. 2001. "Using artificial intelligence to design and implement a," *Animal Science*, vol. 73, no. 1, pp. 49–60.
- Goyache, F., del Coz, J. J. and Quevedo, J. R. 2001. "Using artificial intelligence to design and implement a morphological assessment system in beef cattle," *Animal Science*, vol. 73, no. 1, pp. 49–60, 2001.
- Heald, C. W., Kim, T., Sisco, W. M., Cooper, J. B. and Wolfgang, D. R. 2000. "A computerized mastitis decision aid using farm-based records: an artificial neural network approach," *Journal of Dairy Science*, vol. 83, no. 4, pp. 711–720.
- Höglund, J. K., Sahana, G., Gulbrandsen, B. and Lund, M. S. 2014. "Validation of associations for female fertility traits in Nordic Holstein, Nordic Red, and Jersey dairy cattle," *BMC Genetics*, vol. 15, no. 1, p. 8.
- Holden, S. 2021. "Artificial Intelligence," University of Cambridge, Department of Computer Science and Technology, The Computer Laboratory, William Gates Building, pp. 1–340, 2021, <https://www.cl.cam.ac.uk/users/sbh11/>.
- Interagency, D., Group, W., Networking, S. 2019. "Progress Report Advancing Artificial Intelligence R&D, Subcommittee on Networking & Information Technology Subcommittee on Machine Learning & Artificial," Published in the United States of America, 2019, <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>.
- Isabelle, D. A. 2022. "A review and categorization of artificial intelligence-based opportunities in wildlife, ocean, and land conservation," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, p. 1979.
- Katiyatiya, C. L. F., Muchenje, V. and Mushunje, A. 2014. "Farmers' perceptions and knowledge of cattle adaptation to heat stress and tick resistance in the Eastern Cape, South Africa," *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 27, no. 11, pp. 1663–1670.
- Khatkar, M. S., Thomson, P. C., Tammen, I. and Raadsma, H. W. 2004. "Quantitative trait loci mapping in dairy cattle: review and meta-analysis," *Genetics Selection Evolution*, vol. 36, no. 2, pp. 163–190, 2004.
- Kim, T. and Heald, C. W. 1999. "Inducing inference rules for the classification of bovine mastitis," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 23, no. 1, pp. 27–42.
- Kumar, A., Gupta, S. and Singh, P. 2020. "Augmented reality in dairy farming: a review," *Applied Animal Science*, vol. 36, no. 3, pp. 442–451.
- Kumari, M. and Dhawal, K. 2021. "Application of artificial intelligence (AI) in animal husbandry," *Vigyan Varta*, vol. 2, no. 2, pp. 27–29.
- Laloë, D. 2019. *Artificial Intelligence and Livestock New Data, New Approaches*, INRA science & impact, DATAIA et Agriculture, 2019.
- Lam, L. C., Lam, T. H. and Lam, K. K. 2021. "Augmented reality for animal health assessment: a review," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 178, article 105515, 2021.
- Li, J. Y., Chen, W. X., Zhao, L. L., Zhang, S. Y. and Zhang, W. 2020. "A deep learning-based method for disease detection and diagnosis on pig farms," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 178, article 105488.
- Liu, Y. 2021. "Research on the application of artificial intelligence technology in animal embryo transfer," *Journal of Physics: Conference Series PAPER*, vol. 1852, no. 4, 2021.
- Mccarthy, J. 2004. "What Is Artificial Intelligence?" *Philosophy of Cognitive Science*, pp. 1–14.
- McQueen, R. J., Garner, S. R., Nevill-Manning, C. G. and Witten, I. H. 1995. "Applying machine learning to agricultural data," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 12, no. 4, pp. 275–293.
- Millington, K. A. and Cleland, J. 2017. "Counting People and Making People Count: Implications of Future Population Change for Sustainable Development," in *K4D Helpdesk Report*, Liverpool School of Tropical Medicine, Liverpool, UK, 2017.
- Miranda-de la Lama, G. C., Villarroel, M. and María, G. A. 2012. "Behavioural and physiological profiles following exposure to novel environment and social mixing in lambs," *Small Ruminant Research*, vol. 103, no. 2–3, pp. 158–163, 2012.
- Morota, G., Ventura, R. V., Silva, F. F., Koyama, M. and Samodha, C. 2018. "Big data analytics and precision animal agriculture symposium: machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture," *Journal of Animal Science*, vol. 96, no. 4, pp. 1540–1550.
- Morstatter, B. 2023. Using Artificial Intelligence (AI) in Dairy Farms Examples and Opportunities for AI and Machine Learning in the Dairy Sector Are Provided in a Recent Review in Applied Animal Science, Elsevier, 2023.
- Möstl, E. and Palme, R. 2002. "Hormones as indicators of stress," *Domestic Animal Endocrinology*, vol. 23, no. 1–2, pp. 67–74.
- Neeteson, A., Haley, C. and Rosati, A. 2008. "Sustainable Farm Animal Breeding and Reproduction Technology

- Platform,” *FABRE Technology Platform May 2008 - 2 of 32 - Strategic Research Agenda Final*, p. 33.
- Neethirajan, S. 2020. “The role of sensors, big data, and machine learning in modern animal farming,” *Sensing and Bio-Sensing Research*, vol. 29, p. 100367.
- Neethirajan, S. 2022. “Affective state recognition in livestock—artificial intelligence approaches,” *Animals*, vol. 12, no. 6, p. 759.
- Newman, S. 1994. “Quantitative- and molecular-genetic effects on animal well-being: adaptive mechanisms,” *Journal of Animal Science*, vol. 72, no. 6, pp. 1641–1653.
- Nielen, M., Schukken, Y. H., Brand, A., Haring, S. and Ferwerda-van, Z. R. 1995. “Comparison of analysis techniques for online detection of clinical mastitis,” *Journal of Dairy Science*, vol. 78, no. 5, pp. 1050–1061.
- Nilsson, N. J. 2009. *The Quest for Artificial Intelligence*, Cambridge University Press, 2009.
- Pietersma, D., Lacroix, R., Lefebvre, D. and Wade, K. M. 2003. “Induction and evaluation of decision trees for lactation curve analysis,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 38, no. 1, pp. 19–32.
- Raj, S. and Sharma, A. 2020. “Augmented reality: a tool for animal husbandry,” in *Animal Husbandry*, J. Kumar and M. T. Rahman, Eds., pp. 195–213, Academic Press, 2020.
- Rekaya, R., Weigel, K. A. and Gianola, D. 1999. “Comparison between traditional and fuzzy logic definitions of herd-year-season groups in Holsteins,” *Journal of Animal Science*, vol. 77, supplement 1, p. 33.
- Ribeiro, R. S. F., Yoder, R. E., Wilkerson, J. B. and Russell, B. D. 1998. “A fuzzy logic-based control system optimized via neural networks,” *ASAE Paper*, vol. 98, no. 2169.
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T. and Woznicki, S. A. 2017. “Climate change and livestock: impacts, adaptation, and mitigation,” *In Climate Risk Management*, vol. 16, pp. 145–163.
- Rotaru, A., Tcă, A. V. Â., Pop, I. and Andronie, L. 2021. “Artificial intelligence, a possible solution for the agriculture and animal husbandry sector?” *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, vol. 78, no. 2.
- Roulston, K., Schlegel, K. and Hemmingsen, S. 2020. “Cattle health monitoring using artificial intelligence: performance of a convolutional neural network for automated detection of health events,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 171, article 105364.
- Samad, A., Hamza, M., Muazzam, A. and Khoiruddin, M. 2022. “Role of artificial intelligence in livestock and poultry farming,” *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 7, no. 4, pp. 2425–2429.
- Sanzogni, L. and Kerr, D. 2001. “Milk production estimates using feed forward artificial neural networks,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 32, no. 1, pp. 21–30.
- Shahinfar, S. 2007. *Intelligent decision making for progeny testing in dairy cattle using neuro-fuzzy models*, (M.S. thesis), the University of Tehran, Tehran, Iran.
- Shanahan, M., Crosby, M., Beyret, B. and Cheke, L. 2020. “Artificial intelligence and the common sense of animals,” vol. 24, no. 11, pp. 862–872.
- Sharma, A. K., Sharma, R. K. and Kasana, H. S. 2004. “Neuro-computing paradigms with application to dairy production lecture compendium, national training programme on information resources on genetics and documentation techniques for livestock improvement,” in *Lecture Compendium, National Training Programme on InFormation Resources on Genetics and Documentation Techniques for Livestock Improvement*, National Dairy Research Institute, Bengaluru, India. pp. 173–178.
- Shehabi, A., Abawajy, J. and Rajab, M. 2021. “A comprehensive review of blockchain technology: applications and challenges in the supply chain,” *Sustainability*, vol. 13, no. 3, p. 1760.
- Silanikove, N. 2000. “Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants,” *Livestock Production Science*, vol. 67, no. 1-2, pp. 1–18.
- Smith, I. C. 2006. *The history of artificial intelligence*, University of Washington.
- Szwaczkowski, T. 2011. “Genetic parameters of body weight in sheep estimated via random regression and multi-trait animal models,” *Small Ruminant Research*, vol. 100, pp. 15–18.
- Team Pashudhan Praharee. 2023. “AI-DISA artificial intelligence-based disease identification system for animals,” 2023, Retrieved December 18 at <https://www.pashudhanpraharee.com/ai-disa-artificial-intelligence-based-disease-identification-system-for-animals/>.
- Tedeschi, L. O. 2022. ASAS-NANP symposium: mathematical modeling in animal nutrition: the progression of data analytics and artificial intelligence in support of sustainable development in animal science. *Journal of Animal Science*, vol. 100, no. 6.
- Viejo, C. G., Tongson, E. and Dunshea, F. R. 2022. The Livestock Farming Digital Transformation: Implementation of New and Emerging Technologies Using Artificial Intelligence. *Animal Health Research Reviews*, vol. 23, no. 1.

- Vranken, E. and Berckmans, D. 2017. "Precision livestock farming for pigs," *Animal Frontiers*, vol. 7, no. 1, pp. 32–37.
- Vries, A., Bliznyuk, N. and Pinedo, P. 2023. "Invited review: examples and opportunities for artificial intelligence (AI) in dairy farms" *Applied Animal Science*, vol. 39, no. 1, pp. 14–22.
- Wang, S., Jiang, H., Qiao, Y., Jiang, S. and Sun, H. L. 2022. The research progress of vision-based artificial intelligence in smart pig farming. *Sensors*, vol. 22, no. 17, p. 6541.
- Watts, J. M. 1998. Animats: computer-simulated animals in behavioral research. *Journal of Animal Science*, vol. 76, no. 10, pp. 2596–2604.
- Wiener, P. and Wilkinson, S. 2011. "Deciphering the genetic basis of animal domestication," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 278, no. 1722, pp. 3161–3170.
- Wu, X., Li, C., Zhou, H. and Li, W. 2020. A survey of blockchain technologies in food supply chain management. *Sensors*, vol. 20, no. 21, p. 6284.
- Yusuf, M., Nakao, T. and Ranasinghe, R. B. K. 2010. Reproductive performance of repeat breeders in dairy herds. *Theriogenology*, vol. 73, no. 9, pp. 1220 - 1229.
- Zhang, T., Li, H., Chen, S., Wang, X. and Wang, Z. 2021. A comprehensive review of blockchain-based food traceability systems. *Sensors*, vol. 21, no. 2, p. 645
- Zhang, Y., Chen, F. and Ma, Y. 2019. "Development of a feed management system based on artificial intelligence for swine production," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 162, pp. 138–148.
- Zuraw, A. and Aeffner, F. 2022. "Whole-slide imaging, tissue image analysis, and artificial intelligence in veterinary pathology: an updated introduction and review," *Veterinary Pathology*, vol. 59, no. 1, pp. 6–25.

ABSTRACT

Application of artificial intelligence technology in livestock farm management

This review was conducted to demonstrate how artificial intelligence (AI) has affected livestock farming. Livestock is essential for maintaining ecological integrity and providing food security. In this review, the history of artificial intelligence (AI), its impact on current and future livestock farming, and its drawbacks have been highlighted. The term "artificial intelligence" was first coined by John McCarthy in 1956, and currently, the technology is widely applied in the management of many livestock farms like poultry, dairy, and pigs. Although it has been studied for decades and widely applied, AI is still one of the least understood subfields. Artificial intelligence provides farmers with unrivalled support, enabling them to minimize resource use, improve the sustainability of their feeding patterns, and increase farm productivity in general, especially when it comes to reducing the carbon footprint. AI is a blessing for boosting efficiency and productivity while also lowering the possibility of human error. Producers can use artificial intelligence to simulate human decision-making and provide interpretations and solutions for the data gathered by sensors and other hardware technologies. Through AI tools, it is possible to easily trace animal activities and locations and collect data about behaviors, habitats, and health conditions. Animal identification, animal welfare monitoring, sex determination, vaccine delivery, and pasture evaluation are some areas where AI has been widely applied so far. Drones, robots, and blockchains are some forms of automation that have been widely used in dairy farms. However, the expense of development, which needs more infrastructure on the farm, and the potential for automation to replace them are the limitations of the technology.

Keywords: *Artificial intelligence, data collection, livestock farm management, livestock efficiency*

Ngày nhận bài: 29/7/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/8/2024