



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004375

(51) **G05B 19/00; G06Q 10/00; G06N 20/00**
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00229

(22) 08/05/2023

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/07/2023 424A

(76) 1. DƯƠNG THÀNH NAM (VN)

Số nhà 45 TT1 Ngõ 537 Bát Khôi, Phường Thạch Bàn, Quận Long Biên, Hà Nội

2. TRẦN SƠN TÙNG (VN)

Số 2A, ngách 2/2 Cầu Đất, Chương Dương, Hoàn Kiếm, Hà Nội

3. TRẦN THỊ HOA (VN)

Nhà 39, ngõ 306 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

4. NGUYỄN THỊ KIM PHƯƠNG (VN)

Khu C3-2B/NO4, phường Thạch Bàn, quận Long Biên, Hà Nội

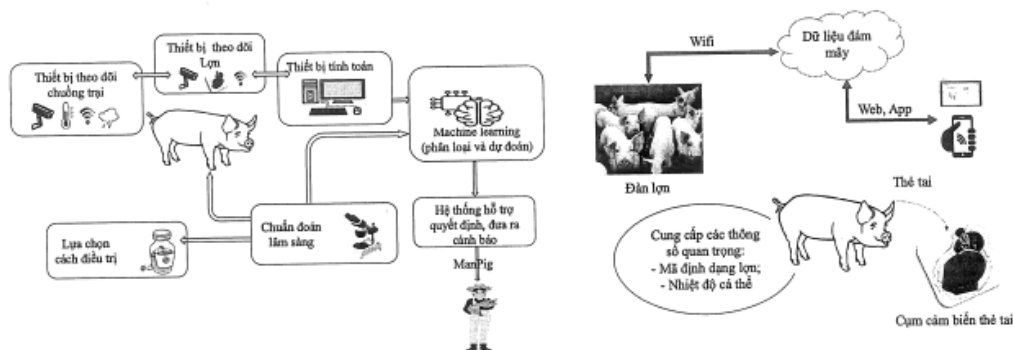
5. DƯƠNG TRẦN ĐỨC (VN)

Nhà số 8, 295/53 Bùi Xương Trạch, Định Công, Hoàng Mai, Hà Nội

(54) **HỆ THỐNG GIÁM SÁT NHIỆT ĐỘ, HÀNH VI VÀ CẢNH BÁO BẤT THƯỜNG
VỀ SỨC KHỎE CỦA LỢN THEO THỜI GIAN THỰC (PIGAI)**

(21) 2-2023-00229

(57) Sáng chế đề xuất một hệ thống giám sát nhiệt độ, hành vi và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực, áp dụng công nghệ 4.0 để giúp quản lý và chăm sóc lợn hiệu quả hơn. Hệ thống này bao gồm một cụm cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai để đo nhiệt độ và nhận mã định danh lợn, cảm biến môi trường chuồng trại, camera theo dõi hành vi của lợn, và bộ nhận, truyền, quản lý và xử lý dữ liệu thu được. Việc sử dụng các cảm biến nhiệt độ và môi trường chuồng trại giúp hệ thống đo lường chính xác nhiệt độ, độ ẩm và các yếu tố môi trường khác, từ đó giúp quản lý và điều chỉnh điều kiện chăm sóc lợn phù hợp hơn. Việc sử dụng camera giúp theo dõi hành vi của lợn, từ đó giúp phát hiện kịp thời các dấu hiệu bất thường trong hành vi của lợn. Ngoài ra, hệ thống sử dụng trí tuệ nhân tạo thông minh để phân tích và xử lý dữ liệu thu được, giúp cảnh báo sớm tình trạng của lợn nhằm cách ly, chữa trị và tách đàn sớm giảm thiểu tối đa việc ảnh hưởng đến các con lợn khác trong đàn, mang lại hiệu quả kinh tế cao. Hệ thống còn cho phép quản lý viên có thể xem thông tin về tình trạng sức khỏe của từng con lợn qua màn hình điện tử và thiết bị di động, giúp quản lý và chăm sóc lợn một cách dễ dàng và thuận tiện.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến công nghệ 4.0 (chăn nuôi gia súc, thiết bị, công nghệ thông tin và tự động hóa) để xây dựng thuật toán và phần mềm ứng dụng trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligent - AI) và Internet vạn vật (IoT - Internet of Things) nhằm phát hiện và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực thông qua việc theo dõi, giám sát nhiệt độ cơ thể và hành vi của lợn.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Chăn nuôi lợn đã xuất hiện, phát triển cách đây vạn năm và nuôi lợn đã trở thành nghề truyền thống của nhiều quốc gia.

Việt Nam là một trong nhiều nước sử dụng thịt lợn như một nguồn cung cấp thực phẩm chủ yếu cho người dân, do đó chăn nuôi lợn tại Việt Nam trở thành ngành hàng chính trong chăn nuôi, có vai trò quan trọng trong nông nghiệp và đảm bảo an ninh thực phẩm cho đất nước.

Trong thời gian qua, dịch bệnh đã khiến cho ngành chăn nuôi gia súc nói chung và ngành chăn nuôi lợn nói riêng gặp nhiều khó khăn. Việc xác định, cảnh báo tình trạng sức khỏe và bệnh của lợn sớm sẽ giúp các đơn vị, hộ chăn nuôi lợn kiểm soát, khoanh vùng và tách các con lợn nghi ngờ bị bệnh ra khỏi đàn để giảm thiểu tối đa các ảnh hưởng của lợn bệnh đối với toàn bộ đàn, ngăn chặn sự bùng phát dịch bệnh trong đàn nhằm giảm thiểu tối đa ảnh hưởng kinh tế đối với các đơn vị và hộ chăn nuôi.

Để quản lý, cảnh báo sớm tình trạng sức khỏe của lợn một số giải pháp kết nối cho chăn nuôi gia súc đã được các doanh nghiệp, tổ chức tung ra thị trường. Tại một số quốc gia đang phát triển trên thế giới về công nghiệp hóa đưa những thiết bị, ứng dụng khoa học công nghệ để thúc đẩy mạnh mẽ ngành chăn nuôi phát triển như Mỹ, Úc, New Zealand, Anh, Pháp, Nhật Bản, Hà

Lan,... thì việc chăn nuôi được thực hiện theo quy trình vô cùng chặt chẽ, khoa học, kiểm soát chất lượng và đảm bảo đầu ra. Tại Trung Quốc, Alibaba, tập đoàn thương mại điện tử đang phát triển sử dụng camera để theo dõi khuôn mặt của lợn. Alibaba cũng sử dụng phần mềm nhận dạng giọng nói để theo dõi tiếng ho của lợn. Hệ thống của JD.com sử dụng robot để cung cấp cho lợn lượng thức ăn chính xác tùy thuộc vào giai đoạn tăng trưởng của động vật. SmartAHC sử dụng AI để theo dõi thống kê quan trọng trên thị trường, cũng như màn hình đeo trên lợn nái để dự đoán thời gian rụng trứng. Nhóm nghiên cứu của tác giả Shunli Wang, trong bài báo “The Research Progress of Vision-Based Artificial Intelligence in Smart Pig Farming” đã trình bày việc sử dụng trí tuệ nhân tạo trong giám sát chăn nuôi đàn lợn thông minh. Bài báo đề xuất hệ thống chăn nuôi lợn chính xác sử dụng các cảm biến như máy ảnh và nhận dạng tần số vô tuyến để theo dõi thông tin sinh trắc học như âm thanh của lợn và hành vi của lợn trong thời gian thực và chuyển đổi chúng thành các chỉ số chính về sức khỏe và tình trạng chung của lợn. Bằng cách phân tích các chỉ số chính, các vấn đề về sức khỏe của lợn có thể được phát hiện sớm, can thiệp và điều trị kịp thời, giúp cải thiện sản xuất và hiệu quả kinh tế của chăn nuôi lợn. Giải pháp này sử dụng thuật toán thị giác máy tính để nhận dạng lợn và tình trạng của lợn.

Tuy nhiên, tại Việt Nam hiện nay vẫn chưa có giải pháp cảnh báo và giám sát hiệu quả tình hình dịch bệnh ở lợn. Các trang trại lợn quy mô vừa và lớn đều áp dụng phương thức thủ công đo nhiệt độ trực tràng lợn từ đó cảnh báo và đánh giá tình hình dịch bệnh. Phương pháp thủ công đo nhiệt độ này:

- (1) tốn nhiều thời gian và rất khó sử dụng trong trang trại quy mô lớn
- (2) quy trình đo lường tương đối phức tạp và đòi hỏi trình độ chuyên môn và mức độ thành thạo của người thao tác
- (3) chỉ có thể đo trong trạng thái đứng yên của lợn, nếu lợn không hợp tác hoặc di chuyển trong quá trình đo, có thể tác động đến kết quả đo thậm chí không thể kết thúc đo lường

(4) chỉ có thể đo nhiệt độ tại trực tràng của lợn, đối với các vị trí khác như tai lợn, tứ chi thì không thể thực hiện đo bằng phương pháp này.

Hơn nữa, mặc dù nhiều trang trại lợn đã trang bị camera giám sát, tuy nhiên, camera chỉ có thể xem hình ảnh từ xa và việc giám sát vẫn phải được thực hiện bởi con người. Phương pháp này chưa đạt hiệu quả cao do không thể giám sát một cách liên tục và không thể kết hợp giám sát trong thời gian dài. Bên cạnh đó, việc quan sát và theo dõi vẫn đòi hỏi nhiều nhân lực.

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn và giải quyết các vấn đề nêu trên, giải pháp “Giám sát nhiệt độ, hành vi và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực (PigAI)” đã được lựa chọn thực hiện.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của việc sáng chế là cung cấp một giải pháp cảnh báo sớm cho dịch bệnh lợn thông qua việc theo dõi nhiệt độ trực tiếp được gắn trên tai lợn kết hợp với giám sát hành vi của chúng thông qua theo dõi trực tuyến từ camera cho từng con lợn hoặc đàn lợn tại mỗi trang trại.

Để giải quyết vấn đề trên, sáng chế đã cung cấp một hệ thống giám sát phân bố nhiệt độ đàn lợn và camera, bao gồm cụm cảm biến nhiệt độ trên thê tai để đo nhiệt độ và nhận mã định danh, cảm biến nhiệt độ môi trường chuồng trại, camera, bộ nhận, truyền, quản lý và xử lý dữ liệu (PigMan) dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet vạn vật (IoT) nhằm phát hiện và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực. Hệ thống này giám sát nhiệt độ cơ thể và hành vi của lợn thông qua việc theo dõi và giám sát. Để tự động giám sát hành vi của lợn từ camera giám sát, hệ thống sử dụng các mô hình AI để phát hiện lợn trong ảnh (thuật toán Yolo v.7), theo dõi lợn trong video (thuật toán DeepSORT), từ đó nhận diện ra các hành vi và phát hiện bất thường trong hành vi. Ngoài ra, hệ thống cũng sử dụng giải pháp IoT để đo đạc và thu thập dữ liệu nhiệt độ từ xa, phân tích dữ liệu nhiệt độ của các cá thể lợn và phát hiện dấu hiệu bất thường sức khỏe lợn.

Các giai đoạn thực hiện và chức năng của môđun xử lý như sau:

Giai đoạn huấn luyện

Bước 1: Đầu tiên, tín hiệu được thu thập từ các thiết bị theo dõi tại trang trại mẫu bao gồm dữ liệu cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai và dữ liệu camera, sau đó được xử lý bởi môđun thu nhận và xử lý tín hiệu để thực hiện các bước tiền xử lý, lọc dữ liệu, làm sạch và phân đoạn.

Bước 2: Sau khi xử lý, các dữ liệu từ cảm biến môi trường và cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai lợn sẽ được cập nhật vào cơ sở dữ liệu PigDB. Dữ liệu từ camera sẽ được đưa vào mô-đun xây dựng mô hình nhận diện cá thể và hành vi của lợn dựa trên hình ảnh. Việc xây dựng mô hình sử dụng thuật toán YOLO v7, một lớp thuật toán phát hiện đa đối tượng trong ảnh, đạt kết quả tốt cả về thời gian và độ chính xác. Trước khi áp dụng thuật toán YOLO, cần tiến hành hoạt động tiền huấn luyện (pre-train) với tập dữ liệu COCO và sau đó tiến hành hoạt động học chuyển giao (transfer-learning) với tập dữ liệu riêng được gán nhãn thủ công. Kết quả nhận diện cá thể và hành vi của lợn sẽ được cập nhật vào CSDL PigDB và mô hình sẽ được lưu trữ trên máy chủ tập trung để sử dụng cho giai đoạn theo dõi và cảnh báo.

Bước 3: Dữ liệu đã qua xử lý và lưu trữ trong CSDL PigDB sẽ được đưa vào môđun xây dựng mô hình PigAI. Môđun xây dựng mô hình PigAI sẽ xây dựng mô hình cảnh báo sức khỏe lợn dựa trên các mẫu dữ liệu về đặc điểm, hành vi thu thập và nhận dạng được và đã được lưu trữ trong CSDL PigDB. Cụ thể, các hành vi lợn khỏe được nhận diện nhờ các mô hình phát hiện và theo dõi lợn sẽ được sử dụng để xây dựng lên các mẫu hành vi lợn khỏe. Các mẫu này sẽ được hệ thống cập nhật tự động thường xuyên hàng ngày dựa trên dữ liệu hành vi thu thập được. Từ các mẫu hành vi đã xây dựng, các hành vi của lợn cần theo dõi sẽ được so sánh với các mẫu hành vi nhờ độ đo Euclidean và phát hiện bất thường dựa trên ngưỡng khác biệt.

Giai đoạn theo dõi và cảnh báo

Bước 4: Tín hiệu từ các thiết bị theo dõi như tín hiệu cảm biến, tín hiệu camera được truyền từ các trang trại lợn thực tế (được đăng ký để theo dõi và cảnh báo tình trạng sức khỏe lợn) về môđun thu nhập và xử lý tín hiệu. Môđun này cũng thực hiện các bước xử lý tín hiệu như tại bước 1.

Bước 5: Tín hiệu cảm biến môi trường và cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai được xử lý và cập nhật vào CSDL PigDB. Dữ liệu camera sẽ được đưa qua mô hình nhận diện cá thể và hành vi lợn để phân tích hành vi, sau đó cập nhật vào CSDL PigDB.

Bước 6: Môđun theo dõi và cảnh báo sẽ dựa trên mô hình PigAI đã lưu ở giai đoạn huấn luyện và dữ liệu thực tế được truyền về từ các trang trại để thực hiện phân tích, cảnh báo. Cập nhật thông tin phân tích, cảnh báo vào CSDL PigDB.

Bước 7: Người dùng có thể thông qua Web hoặc ứng dụng Mobile để truy cập hệ thống PigMan nhằm theo dõi và nhận thông tin cảnh báo sức khỏe của lợn trong trang trại đã được đăng ký với hệ thống. Hệ thống PigMan sẽ tương tác với CSDL PigDB để gửi yêu cầu và nhận các thông tin theo dõi, cảnh báo và các báo cáo thống kê.

Với các bước thực hiện như mô tả ở trên, các yếu tố kỹ thuật đặc biệt của giải pháp bao gồm:

- Phát triển phương pháp toàn diện từ việc theo dõi, phát hiện, phân tích hành vi lợn để phát hiện bất thường và cảnh báo sớm.
- Phát triển phương pháp xây dựng mẫu hành vi lợn từ các hành vi nhận diện được. Đặc biệt giải pháp đề xuất xây dựng mẫu hành vi theo các giai đoạn hoạt động khác nhau trong ngày (gồm giai đoạn nghỉ, giai đoạn ăn, giai đoạn chơi). Ngoài ra, các mẫu hành vi cũng được xây dựng trong khoảng thời gian 30 phút nhằm giảm lỗi sai nhận diện cá thể.
- Phát triển phương pháp kết hợp 2 tầng (theo dõi bất thường dựa trên dữ liệu camera và dữ liệu cảm biến nhiệt độ).

Hiệu quả đạt được của giải pháp theo sáng chế:

Giải pháp theo sáng chế sử dụng các cảm biến riêng để đo nhiệt độ, độ ẩm của môi trường xung quanh trang trại lợn. Ngoài ra, giải pháp theo sáng chế còn kết hợp cả việc sử dụng dữ liệu từ camera để thông qua mô hình học máy thực hiện nhận diện từng cá thể lợn, nhận diện cử chỉ, dáng điệu, hành vi của lợn, kết hợp với dữ liệu (nhiệt độ da từ cảm biến thẻ tai cùng với thông tin ID của lợn) để đánh giá tình trạng sức khỏe của từng cá thể lợn.

Việc sử dụng camera để tracking từng cá thể lợn, thì khi mô hình học máy báo động về các dấu hiệu bất thường về sức khỏe của một con lợn cụ thể, người chăm sóc có thể quan sát con lợn được xác định để kiểm tra kỹ hơn, thay vì tìm kiếm trong cả đàn lợn như khi chỉ sử dụng thẻ tai.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, giải pháp theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo trong đó:

Hình 1 là hình vẽ thể hiện mô hình tổng thể theo dõi nhiệt độ và hành vi trong trang trại lợn;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ cấu tạo thẻ tai (PigTag), trong đó:

1. Chốt khoá cố định có đệm lò xo
2. Bo mạch điện tử và cảm biến nhiệt độ
3. Thân vỏ;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện thẻ tai với bảng cảm biến điện tử được kẹp vào tai trái của con lợn;

Hình 4 là hình vẽ thể hiện cảm biến đo nhiệt độ môi trường;

Hình 5 là hình vẽ thể hiện hình ảnh thu thập được từ camera và kết quả nhận diện tư thế của lợn trong trại chăn nuôi lợn;

Hình 6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ các chỉ số, kết quả hành vi và chỉ báo về tình trạng sức khỏe;

Hình 7 là hình vẽ thể hiện mô hình tổng quát giai đoạn theo dõi và cảnh báo bất thường;

Hình 8 là hình vẽ thể hiện giao diện Web “Giải pháp quản lý lợn trong trang trại bằng công nghệ AI”.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các đặc điểm kỹ thuật và nội dung của giải pháp hữu ích sẽ trở nên rõ ràng hơn nhờ phần mô tả chi tiết sau đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Hình 1 là mô hình tổng thể theo dõi nhiệt độ và hành vi trong các trại lợn. Trong đó, trại lợn được trang bị công nghệ để theo dõi từng cá thể và quần thể bằng các thiết bị (thẻ tai, cảm biến môi trường, camera). Thẻ tai được gắn vào vành tai trái của từng con lợn để đo nhiệt độ và gửi dữ liệu về bộ phận lưu trữ và xử lý. Camera giám sát được lắp đặt để thu toàn cảnh hoạt động và truyền tới máy chủ phân tích hành vi, hoạt động của lợn. Từ kết quả tính toán đưa ra chuẩn đoán lâm sàng và lựa chọn cách điều trị.

Hình 2 thể hiện thiết kế cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai. Cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai (gắn trên bo mạch PCB) được gắn vào tai trái lợn để ghi lại thông số nhiệt độ và bên ngoài có mã định danh riêng (ID) cho từng con để phân biệt... Một chip mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (ASIC) hỗ trợ bluetooth được hàn trên bảng cảm biến điện tử để truyền dữ liệu không dây tới máy tính. Pin lithium có thể thay thế được đặt trong giá đỡ pin trên bo mạch PCB.

Thẻ tai gồm 3 thành phần chính: bo mạch điện tử và cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai 2, thân vỏ 3, và chốt khóa cố định có đệm lò xo 1.

(i) Phần bo mạch điện tử (nRF52832) được thiết kế và lập trình hoạt động dựa trên công nghệ iBeacon, công nghệ này cho phép thiết bị thu thập dữ liệu (Access Point) sử dụng Bluetooth Low Energy (BLE) để tương tác và nhận dữ liệu từ các cảm biến không dây (PigTag), phục vụ đo nhiệt độ thân nhiệt và nhận mã định danh riêng của từng con lợn;

Cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai (NTC MF 52) phát hiện nhiệt độ khoảng từ -

55 °C đến 125 °C được tích hợp trên bo mạch điện tử nhằm ghi lại thông số nhiệt độ da lợn;

Bộ xử lý trung tâm (MCU) công nghệ mới tích hợp trên bo mạch được lập trình đọc và tính toán nhiệt độ liên tục từ cảm biến và truyền dữ liệu bao gồm mã định danh và nhiệt độ thân nhiệt tới các thiết bị trung gian (Access Point) có kết nối internet lên máy chủ Cloud và hệ thống quản lý giám sát tập trung;

(ii) Phần thân vỏ được chế tạo bằng vật liệu nhựa tiêu chuẩn, được cấu trúc bởi hai mặt tách rời phía trên và phía dưới, bo cạnh xung quanh. Ngoài ra, thân vỏ được thiết kế một vị trí hạ bậc để đặt cảm biến đo nhiệt áp sát da và một vùng xuyên lỗ dành cho đệm lò xo và chốt khóa;

(iii) Phần chốt khóa cố định có đệm lò xo bao gồm phần đỉnh chốt cỡ nhỏ được tiện bằng vật liệu tiêu chuẩn chống gỉ có một đầu lõm dùng cho kim bấm và một đầu nhọn xuyên đệm cao su giữ cố định cho thẻ (tag) chắc chắn. Phần lò xo xoắn quanh thân đỉnh chốt làm tăng độ đàn hồi, đáp ứng mục tiêu co giãn đàn hồi khi heo tăng trưởng dẫn đến thay đổi độ dày phần da gắn thiết bị thẻ tai (PigTag).

Pin 3,3 V, 230 mAh (CR 2030) cung cấp năng lượng cho các cảm biến và môđun BLE trên PCB. Các bảng cảm biến điện tử được bảo quản trong lớp phủ polyme (SU-8, PDMS) trước khi được đặt trong thẻ tai.

Hình 3 minh họa thẻ tai với bảng cảm biến điện tử được kẹp vào tai trái của con lợn.

Hình 4 là cảm biến môi trường. Cảm biến môi trường được lắp đặt cả bên trong và bên ngoài trại lợn để thu thập các thông tin như nhiệt độ, độ ẩm môi trường và truyền dữ liệu thu được về máy chủ.

Hình 5 là hình ảnh thu thập được từ camera, và kết quả nhận diện tư thế của lợn trong trang trại lợn. Camera được lắp đặt cả bên trong và bên ngoài trại

lợn; hệ thống bên trong sẽ thu thập thông tin hình ảnh về hành vi, cử động của từng con lợn và hệ thống bên ngoài sẽ thu thập hình ảnh để hạn chế các nguy hiểm như trộm cắp và hỏa hoạn.

Các hoạt động thu thập dữ liệu được tiến hành với mục đích tạo ra bộ dữ liệu đủ lớn để phân tích dữ liệu thô của cảm biến thành các đặc điểm hành vi có thể dự đoán được, như được minh họa trên Hình 6. Tại đây, các cảm biến hoạt động đo lường dữ liệu thô liên quan đến tư thế, dáng đi (ví dụ: bản chất, thời gian, mức độ xảy ra), nhiệt độ da. Sau đó, máy tính dựa trên các thuật toán sẽ được sử dụng để phân tích dữ liệu thô và phân biệt các tư thế, dáng đi, nhiệt độ khác nhau. Các đặc điểm hành vi bất thường có thể bao gồm nằm kéo dài, hôn mê, giảm ăn uống, què quặt, hung hăng, sợ hãi, né tránh, la hét, gây hấn, ho và sốt. Những đặc điểm bất thường này được xác định bằng thuật toán học máy như YOLO v7, DeepSORT.

Hình 7 là mô hình tổng quát giai đoạn theo dõi và cảnh báo bất thường.

Phương pháp theo dõi và cảnh báo bất thường trong giai đoạn này được chia làm 4 giai đoạn: phát hiện cá thể lợn trong ảnh, theo dõi cá thể lợn trong video, nhận diện hành vi lợn trong video, và phát hiện bất thường dựa trên phân tích hành vi.

Giai đoạn 1: Phát hiện cá thể lợn trong ảnh. Thuật toán YOLO v7 được sử dụng để phát hiện các vùng ảnh có cá thể lợn trong một ảnh toàn cảnh thu được từ camera. Để ứng dụng YOLO v7, đầu tiên tiến hành hoạt động tiền huấn luyện (pre-train) mạng này với tập dữ liệu chung là COCO, sau đó tiến hành hoạt động học chuyển giao (transfer-learning) với tập dữ liệu riêng. Tiếp đó, mô hình sẽ được huấn luyện tiếp trên tập dữ liệu riêng, trong đó vật thể duy nhất cần phát hiện trong ảnh là cá thể lợn.

Giai đoạn 2: Theo dõi cá thể lợn trong video. DeepSORT - một phương pháp có ứng dụng độ tương đồng hình ảnh vào quá trình khớp các đối tượng được sử dụng. DeepSORT sử dụng độ tương đồng hình ảnh học được từ một mạng học sâu để xác định hai ảnh cá thể lợn có phải là từ một cá thể lợn hay

không; làm tăng khả năng xác định đúng một đối tượng phát hiện ở khung video kế tiếp là đối tượng nào đã được phát hiện ở khung (frame) video trước hay là một đối tượng mới được phát hiện; làm giảm các tình huống nhận diện sai đối tượng khi xảy ra trường hợp bị mất dấu (do khuất tầm camera hoặc bị lỗi trong quá trình phát hiện).

Mạng học sâu dùng để tái nhận diện cá thể lợn dựa trên hình ảnh; nhận đầu vào là một ảnh của đối tượng được phát hiện, huấn luyện để tối ưu hàm mất mát giữa lớp của ảnh dự đoán và ảnh thật. Quá trình huấn luyện mạng tái nhận diện được thực hiện bước một với hoạt động tiền huấn luyện trên tập dữ liệu tái nhận diện người (person Re-ID) MARS và bước 2 là thực hiện học chuyển tiếp trên tập dữ liệu tái nhận diện lợn. Việc thực hiện hoạt động tiền huấn luyện trên tập dữ liệu tái nhận diện người là do hiện trên thực tế chưa có tập dữ liệu tiền huấn luyện nào trên lợn được cung cấp. Ngoài ra, việc sử dụng tập dữ liệu tái nhận diện người để thực hiện tiền huấn luyện vẫn đem lại những hiệu quả cho giai đoạn tiền huấn luyện do mô hình được học các đặc trưng để nhận diện một vật thể có tính chất giống nhau trước khi được huấn luyện lại trên tập dữ liệu tái nhận diện lợn (quá trình này đã được thực nghiệm và chứng minh kết quả trong các nghiên cứu trước đây về nhận diện lợn).

Giai đoạn 3: Nhận diện hành vi lợn trong video. Với mỗi cá thể lợn được phát hiện trong 1 khung video, ảnh của cá thể lợn sẽ được trích ra và đưa vào một mô hình phân loại tư thế sử dụng mạng học sâu. Mạng học sâu được thiết kế để nhận đầu vào là một ảnh cá thể lợn và đầu ra là một trong các nhãn tư thế là đứng, nằm, hoặc ăn. Trong trường hợp tư thế của cá thể lợn được nhận diện là nằm hoặc ăn, hành vi được xác định trong khung video tương ứng với tư thế đó. Tuy nhiên, nếu tư thế được nhận diện là đứng, thì cần tiếp tục xác định trong các khung video tiếp theo xem hành vi là đứng hay dịch chuyển. Nếu vị trí của cá thể lợn không thay đổi thì hành vi được xác định là đứng, ngược lại hành vi được xác định là di chuyển. Trên thực tế, do tồn tại các sai số khi dự đoán vị trí của các cá thể lợn trong khung video, một ngưỡng khoảng cách cần đặt ra để xác định vị trí là có thay đổi hay không. Nghiên cứu đặt ngưỡng là 2 cm để xác định khoảng cách tương đối

giữa 2 vị trí là có dịch chuyển hay không dịch chuyển. Trên thực tế, việc kiểm chứng quá trình dịch chuyển của lợn bằng ngưỡng 2 cm là có thể xác định được thông qua việc đo đặc khoảng cách giữa tâm các hình chữ nhật bao các đối tượng trên màn hình đồ họa (vốn có thể tính theo đơn vị pixels).

Giai đoạn 4: Phát hiện bất thường dựa trên phân tích hành vi. Các hành vi sau khi được xác định sẽ được lưu trữ vào cơ sở dữ liệu hành vi và từ đó có thể tổng hợp, phân tích để phát hiện ra những bất thường về hành vi trong một khoảng thời gian và có thể xem như dấu hiệu về bất thường trong sức khỏe lợn. Các thông số để xây dựng mẫu hành vi cho các cá thể lợn, từ đó có thể phát hiện các mẫu hành vi bất thường gồm: thời gian trung bình của mỗi hành vi (đi, đứng, nằm, ăn) trong ngày; thời gian dài nhất cho mỗi hành vi, thời gian trung bình cho các hành vi di chuyển (đi, ăn) và hành vi không di chuyển (đứng, nằm).

Trong quá trình phát hiện lợn, áp dụng phương pháp học đặc trưng nhằm tăng độ nhận diện cá thể lợn trong các tình huống ánh sáng kém hoặc thời tiết xấu, phương pháp này tiến hành học các ảnh có chất lượng thấp và cải tiến thành các ảnh có chất lượng cao hơn cho quá trình nhận diện. Ngoài ra, giải pháp còn áp dụng phương pháp phân tích độ ổn định hành vi để loại trừ bớt các nhiễu trong quá trình theo dõi, qua đó điều chỉnh và làm tăng độ chính xác của hoạt động nhận diện và theo dõi lợn.

Bất kỳ sự thay đổi nào trong mẫu hành vi có thể xem như là một sự bất thường và có thể dùng làm dấu hiệu cho vấn đề về sức khỏe lợn. Chẳng hạn thời gian nằm quá dài và quá lâu hoặc thời gian di chuyển quá nhiều là các dấu hiệu của các loại bệnh.

Hình 8 thể hiện giao diện Web “PigMan - Giải pháp quản lý lợn trong trang trại bằng công nghệ AI” tại <https://pigman.com.vn/>.

PigMan quản lý trang trại nhằm: quản lý vật nuôi; quản lý chi phí; quản lý môi trường nuôi, theo dõi sức khỏe. PigMan triển khai thu thập thông tin thực một cách tự động và cung cấp một báo cáo phân tích tổng hợp bao gồm toàn bộ các yếu tố khác nhau mà người chăn nuôi quản lý phải nắm bắt như: nguồn gốc,

sản lượng, sức khỏe, khả năng sinh sản và các thông tin khác. Đây là công cụ chủ yếu dành cho tất cả những người quản lý trại lợn quy mô lớn, nhỏ.

Các thông số đầu vào: (1) Quản lý các thông tin về trang trại: Chủ trang trại, thông tin cụ thể: họ và tên, địa chỉ, số điện thoại,...và thông tin chung về trang trại; (2) Thông tin về thức ăn chăn nuôi: các nhà cung cấp, danh mục thực phẩm, quản lý nhập kho; (3) Con giống; (4) Bản đồ: hiển thị vị trí và thông tin các trang trại trên bản đồ Google; (5) Quản lý các thông tin về đàn: thông tin chi tiết: ngày sinh, ngày nhập đàn, giống, nguồn gốc và, cập nhật xử lý chết, loại,(6) các dữ liệu được lấy từ các cảm biến nhiệt độ và hình ảnh.

Các thông số đầu ra: (1) Báo cáo đàn: Thống kê số lượng lợn theo từng thời điểm, tổng hợp số liệu theo tuần, tổng hợp theo các chỉ tiêu, tổng hợp cơ cấu đàn; (2) Báo cáo loại thải: tổng hợp loại hàng tháng, chi tiết lợn loại hàng tháng; lợn loại do có vấn đề) (3) Báo cáo thức ăn: tổng hợp thống kê thức ăn; (4) Báo cáo thú y: tổng hợp kết quả điều trị; chi tiết kết quả điều trị; tổng hợp thuốc sử dụng, v.v..

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống giám sát nhiệt độ, hành vi và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực, hệ thống này bao gồm: thẻ tai (cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai để đo nhiệt độ và mã định danh (ID) cá thể lợn); cảm biến môi trường chuồng trại; camera; bộ nhận, truyền, quản lý và xử lý dữ liệu (PigMan) dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet vạn vật (IoT) nhằm phát hiện và cảnh báo bất thường về sức khỏe của lợn theo thời gian thực thông qua việc giám sát, theo dõi nhiệt độ cơ thể và hành vi của lợn, hệ thống này sử dụng dữ liệu từ camera thông qua mô hình học máy để nhận diện từng cá thể lợn, nhận diện cử chỉ, dáng điệu, hành vi của lợn, kết hợp với dữ liệu gồm nhiệt độ da, thông tin ID của lợn từ thẻ tai, để tổng hợp đánh giá tình trạng sức khỏe của từng cá thể lợn, trong đó:

trang trại lợn được trang bị công nghệ để theo dõi từng cá thể và quản lý bằng các thiết bị gồm thẻ tai, cảm biến môi trường, camera. Thẻ tai được gắn vào vành tai trái của từng con lợn để đo nhiệt độ và gửi dữ liệu về bộ phận lưu trữ và xử lý, camera giám sát được lắp đặt để thu toàn cảnh hoạt động và truyền tới máy chủ phân tích hành vi, hoạt động của lợn, từ kết quả tính toán đưa ra chuẩn đoán lâm sàng và lựa chọn cách điều trị;

mô hình nhận diện sẽ được lưu trữ trên máy chủ tập trung để sử dụng cho giai đoạn theo dõi và cảnh báo, trong đó các giai đoạn thực hiện xây dựng mô hình nhận diện cá thể lợn và nhận diện hành vi của cá thể lợn gồm:

(i) *giai đoạn huấn luyện gồm:*

bước 1: tín hiệu từ các thiết bị theo dõi đặt tại các trang trại mẫu như dữ liệu cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai, dữ liệu camera được thu thập và lưu trữ vào kho dữ liệu huấn luyện, môđun thu nhận và xử lý tín hiệu sẽ tiến hành thực hiện các bước tiền xử lý, lọc dữ liệu, làm sạch và phân đoạn;

bước 2: các dữ liệu từ cảm biến môi trường, cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai đã qua xử lý sẽ được cập nhật vào cơ sở dữ liệu (CSDL) PigDB, trong đó dữ liệu camera sẽ được đưa vào môđun xây dựng mô hình nhận diện cá thể lợn và nhận

diện hành vi của cá thể lợn dựa trên hình ảnh, các kết quả nhận diện cá thể và hành vi lợn sau đó sẽ được cập nhật vào CSDL PigDB, mô hình nhận diện sẽ được lưu trữ trên máy chủ tập trung để sử dụng cho giai đoạn theo dõi và cảnh báo;

bước 3: dữ liệu đã qua xử lý và lưu trữ trong CSDL PigDB sẽ được đưa vào môđun xây dựng mô hình PigAI, môđun xây dựng mô hình PigAI sẽ xây dựng mô hình cảnh báo sức khỏe lợn dựa trên các mẫu dữ liệu về đặc điểm, hành vi thu thập và nhận dạng được và đã được lưu trữ trong CSDL PigDB;

(ii) *giai đoạn theo dõi và cảnh báo gồm:*

bước 4: tín hiệu từ các thiết bị theo dõi như tín hiệu cảm biến, tín hiệu camera được truyền từ các trang trại lợn thực tế (được đăng ký để theo dõi và cảnh báo tình trạng sức khỏe lợn) về môđun thu nhập và xử lý tín hiệu, môđun này cũng thực hiện các bước xử lý tín hiệu như tại bước 1;

bước 5: tín hiệu cảm biến môi trường và cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai được xử lý và cập nhật vào CSDL PigDB, dữ liệu camera sẽ được đưa qua mô hình nhận diện cá thể và hành vi lợn để phân tích hành vi, sau đó cập nhật vào CSDL PigDB;

bước 6: môđun theo dõi và cảnh báo sẽ dựa trên mô hình PigAI đã lưu ở giai đoạn huấn luyện và dữ liệu thực tế được truyền về từ các trang trại để thực hiện phân tích, cảnh báo, cập nhật thông tin phân tích, cảnh báo vào CSDL PigDB;

bước 7: người dùng có thể thông qua Web hoặc ứng dụng di động (Mobile) để truy cập hệ thống (PigMan) nhằm theo dõi và nhận thông tin cảnh báo sức khỏe của lợn trong trang trại đã được đăng ký với hệ thống, hệ thống PigMan sẽ tương tác với CSDL PigDB để gửi yêu cầu và nhận các thông tin theo dõi, cảnh báo và các báo cáo thống kê;

trong đó:

thẻ tai gồm các thành phần chính: bo mạch điện tử và cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai (2), thân vỏ (3), và chốt khóa cố định có đệm lò xo (1);

cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai (gắn trên bo mạch PCB) được gắn vào tai con lợn để ghi lại thông số nhiệt độ và bên ngoài có mã định danh riêng cho từng con bằng mã số để phân biệt, chip mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (ASIC) hỗ trợ bluetooth được hàn trên bảng cảm biến điện tử để truyền dữ liệu thô không dây tới máy tính,

phần bo mạch điện tử được tạo cấu hình để cho phép thiết bị thu thập dữ liệu (Access Point) sử dụng Bluetooth Low Energy (BLE) để tương tác và nhận dữ liệu từ các cảm biến không dây (PigTag), phục vụ đo nhiệt độ thân nhiệt và nhận mã định danh của lợn;

cảm biến nhiệt độ trên thẻ tai phát hiện nhiệt độ khoảng từ -55 °C đến 125 °C được tích hợp trên bo mạch điện tử nhằm ghi lại thông số nhiệt độ da lợn;

bộ xử lý trung tâm (MCU) công nghệ mới tích hợp trên bo mạch được lập trình đọc và tính toán nhiệt độ liên tục từ cảm biến và truyền dữ liệu bao gồm mã định danh và nhiệt độ thân nhiệt tới các thiết bị trung gian (Access Point) có kết nối internet lên máy chủ Cloud và hệ thống quản lý giám sát tập trung;

camera được lắp đặt cả bên trong và bên ngoài trại lợn; hệ thống bên trong sẽ thu thập thông tin hình ảnh về trại lợn, hành vi, cử động của từng con lợn và hệ thống bên ngoài sẽ được lắp đặt để hạn chế nguy hiểm từ trộm cắp và hỏa hoạn;

trong đó, giai đoạn theo dõi và cảnh báo bất thường nêu trên được chia làm 4 giai đoạn gồm:

giai đoạn 1: phát hiện lợn trong ảnh, thuật toán YOLO v7 được sử dụng để phát hiện các vùng ảnh có cá thể lợn trong một ảnh toàn cảnh thu được từ camera, để ứng dụng YOLO v7, đầu tiên tiến hành hoạt động tiền huấn luyện (pre-train) mạng này với tập dữ liệu chung là COCO, sau đó tiến hành hoạt động học chuyển giao (transfer-learning) với tập dữ liệu riêng, tiếp đó, mô hình sẽ được huấn luyện tiếp trên tập dữ liệu riêng, trong đó vật thể duy nhất cần phát hiện trong ảnh là cá thể lợn;

giai đoạn 2: theo dõi cá thể lợn trong video, sử dụng DeepSORT để xác định hai ảnh cá thể lợn có phải là từ một cá thể lợn hay không, làm tăng khả năng xác định đúng một đối tượng phát hiện ở khung video kế tiếp là đối tượng nào đã được phát hiện ở khung (frame) video trước hay là một đối tượng mới được phát hiện, làm giảm các tình huống nhận diện sai đối tượng khi xảy ra trường hợp bị mất dấu (do khuất tầm camera hoặc bị lỗi trong quá trình phát hiện);

mạng học sâu dùng để tái nhận diện cá thể lợn dựa trên hình ảnh; nhận đầu vào là một ảnh của đối tượng được phát hiện, huấn luyện để tối ưu hàm mất mát giữa lớp của ảnh dự đoán và ảnh thật, quá trình huấn luyện mạng tái nhận diện được thực hiện bước một với hoạt động tiền huấn luyện trên tập dữ liệu tái nhận diện người (person Re-ID) MARS và bước 2 là thực hiện học chuyển tiếp trên tập dữ liệu tái nhận diện lợn;

giai đoạn 3: nhận diện hành vi lợn, với mỗi cá thể lợn được phát hiện trong 1 khung video, ảnh của cá thể lợn sẽ được trích ra và đưa vào một mô hình phân loại tư thế sử dụng mạng học sâu, mạng học sâu được thiết kế để nhận đầu vào là một ảnh cá thể lợn và đầu ra là một trong các nhãn tư thế là đứng, nằm, hoặc ăn, trong trường hợp tư thế của cá thể lợn được nhận diện là nằm hoặc ăn, hành vi được xác định trong khung video tương ứng với tư thế đó, nếu tư thế được nhận diện là đứng, thì cần tiếp tục xác định trong các khung video tiếp theo xem hành vi là đứng hay dịch chuyển, nếu vị trí của cá thể lợn không thay đổi thì hành vi được xác định là đứng, ngược lại hành vi được xác định là di chuyển, một ngưỡng khoảng cách được đặt ra để xác định vị trí của các cá thể lợn trong khung video là có thay đổi hay không khi dự đoán;

giai đoạn 4: phát hiện bất thường dựa trên phân tích hành vi, các hành vi sau khi được xác định sẽ được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu hành vi và từ đó có thể tổng hợp, phân tích để phát hiện ra những bất thường về hành vi trong một khoảng thời gian và có thể xem như dấu hiệu về bất thường trong sức khỏe lợn, các thông số để xây dựng mẫu hành vi cho các cá thể lợn, phát hiện các mẫu

hành vi bất thường gồm: thời gian trung bình của mỗi hành vi (đi, đứng, nằm, ăn) trong ngày; thời gian dài nhất cho mỗi hành vi, thời gian trung bình cho các hành vi di chuyển (đi, ăn) và hành vi không di chuyển (đứng, nằm);

bất kỳ sự thay đổi nào trong mẫu hành vi có thể xem như là một sự bất thường và có thể dùng làm dấu hiệu cho vấn đề về sức khỏe lợn, thời gian nằm quá dài và quá lâu hoặc thời gian di chuyển quá nhiều là các dấu hiệu của các loại bệnh.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó:

trong quá trình phát hiện lợn, áp dụng phương pháp học đặc trưng nhằm tăng độ nhận diện cá thể lợn trong các tình huống ánh sáng kém hoặc thời tiết xấu, phương pháp này tiến hành học các ảnh có chất lượng thấp và cải tiến thành các ảnh có chất lượng cao hơn cho quá trình nhận diện,

trong quá trình theo dõi, áp dụng phương pháp phân tích độ ổn định hành vi để loại trừ bớt các nhiễu trong quá trình theo dõi, qua đó điều chỉnh và làm tăng độ chính xác của hoạt động nhận diện và theo dõi lợn;

mô hình phân tích phát hiện bất thường sức khỏe lợn dựa trên mẫu hành vi, bao gồm các thông số: thời gian trung bình của mỗi hành vi (đi, đứng, nằm, ăn) trong ngày, thời gian dài nhất cho mỗi hành vi, thời gian trung bình cho các hành vi di chuyển (đi, ăn) và hành vi không di chuyển (đứng, nằm).

3. Hệ thống theo một trong các điểm nêu trên, trong đó thể tại có:

phần thân vỏ (3) được chế tạo bằng vật liệu nhựa tiêu chuẩn, được cấu trúc bởi hai mặt tách rời phía trên và phía dưới, bo cạnh xung quanh, ngoài ra, thân vỏ được thiết kế một vị trí hạ bậc để đặt cảm biến đo nhiệt áp sát da và một vùng xuyên lỗ dành cho đệm lò xo và chốt khóa;

phần chốt khóa cố định có đệm lò xo (1) bao gồm phần đỉnh chốt cỡ nhỏ được tiện bằng vật liệu tiêu chuẩn chống gỉ có một đầu lõm dùng cho kim bấm và một đầu nhọn xuyên đệm cao su giữ cố định cho thẻ (tag) chắc chắn, phần lò xo xoắn quanh thân đỉnh chốt làm tăng độ đàn hồi, đáp ứng mục tiêu co giãn

đàn hồi khi lợn tăng trưởng dẫn đến thay đổi độ dày phần da gắn thiết bị cảm biến thẻ tai; ngoài ra,

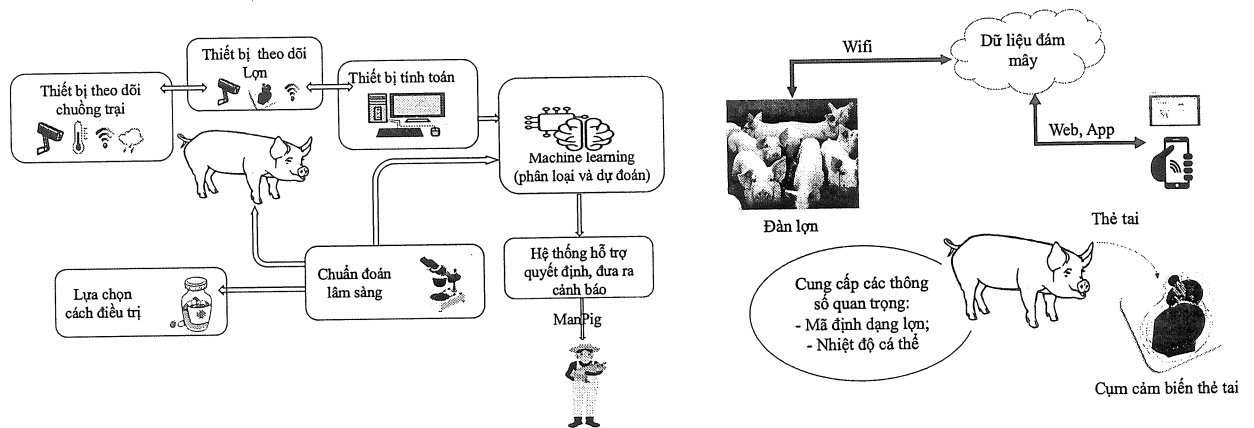
cảm biến thẻ tai (2) sử dụng pin 3,3 V, 230 mAh (CR 2030) cung cấp năng lượng cho các cảm biến và môđun BLE trên PCB, các bảng cảm biến điện tử được bảo quản trong lớp phủ polyme (SU-8, PDMS) trước khi được đặt trong thẻ tai.

4. Hệ thống theo một trong các điểm nêu trên, trong đó mô hình nhận diện được cấu hình đặt ngưỡng 2 cm để xác định khoảng cách tương đối giữa 02 vị trí là có dịch chuyển hay không dịch chuyển.

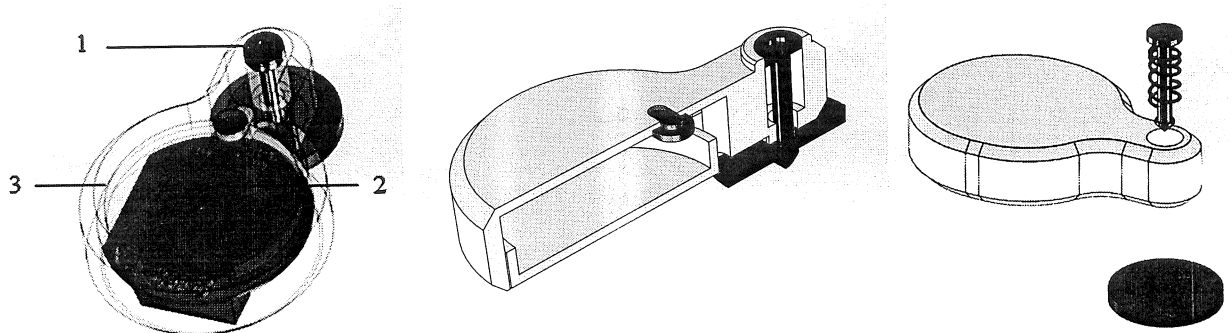
5. Hệ thống theo một trong các điểm nêu trên, trong đó cảm biến môi trường được lắp đặt cả bên trong và bên ngoài trang trại lợn để thu thập thông tin nhiệt độ, độ ẩm môi trường và truyền dữ liệu thu được về máy chủ.

6. Hệ thống theo một trong các điểm nêu trên, trong đó các đặc điểm hành vi bất thường có thể bao gồm nằm kéo dài, hôn mê, giảm ăn uống, què quặt, hung hăng, sợ hãi, né tránh, la hét, gây hấn, ho và sốt, những đặc điểm bất thường này được xác định bằng các thuật toán học máy YOLO v7, DeepSORT.

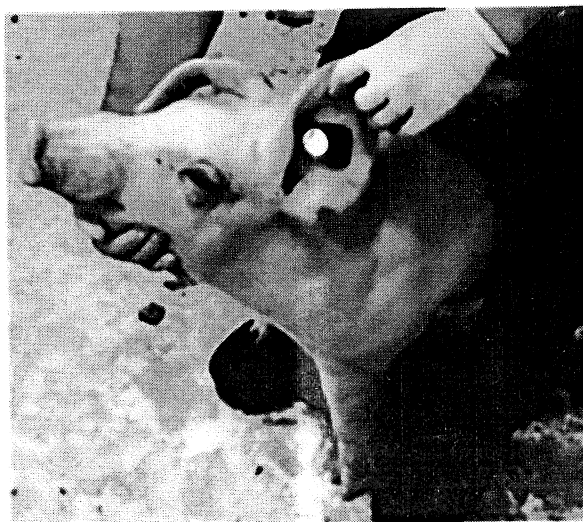
7. Hệ thống theo một trong các điểm nêu trên, trong đó, giao diện hệ thống được thể hiện ở dạng hệ thống quản lý trang trại trên Web và App (PigMan).



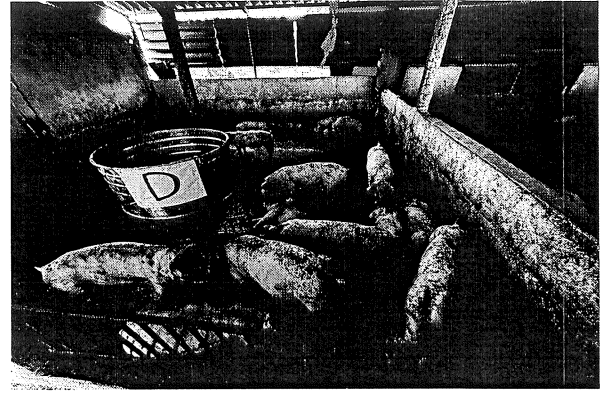
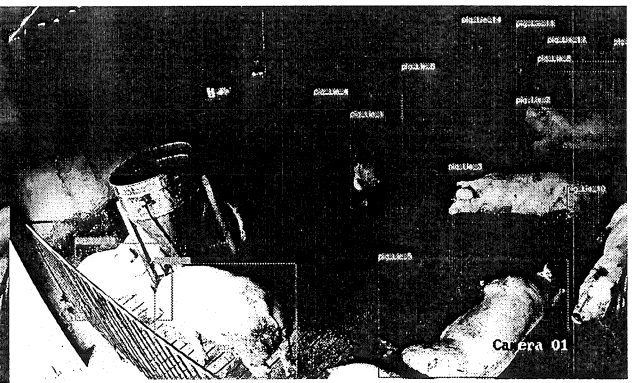
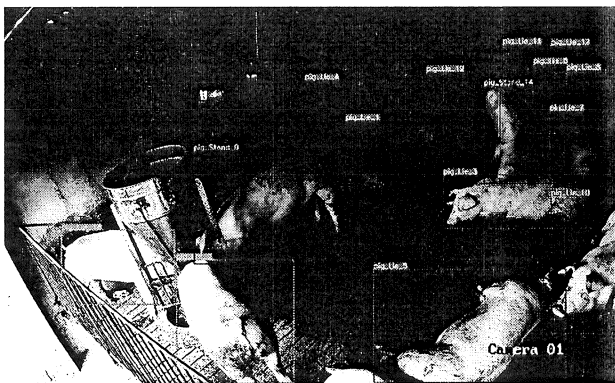
Hình 1

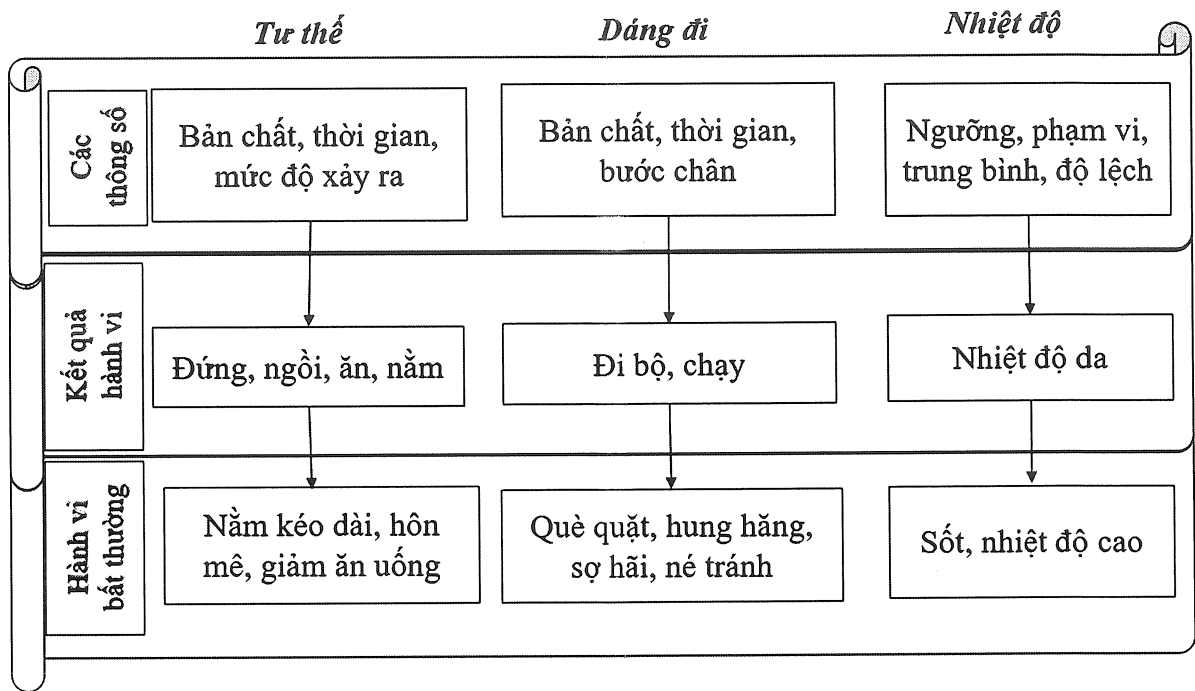


Hình 2

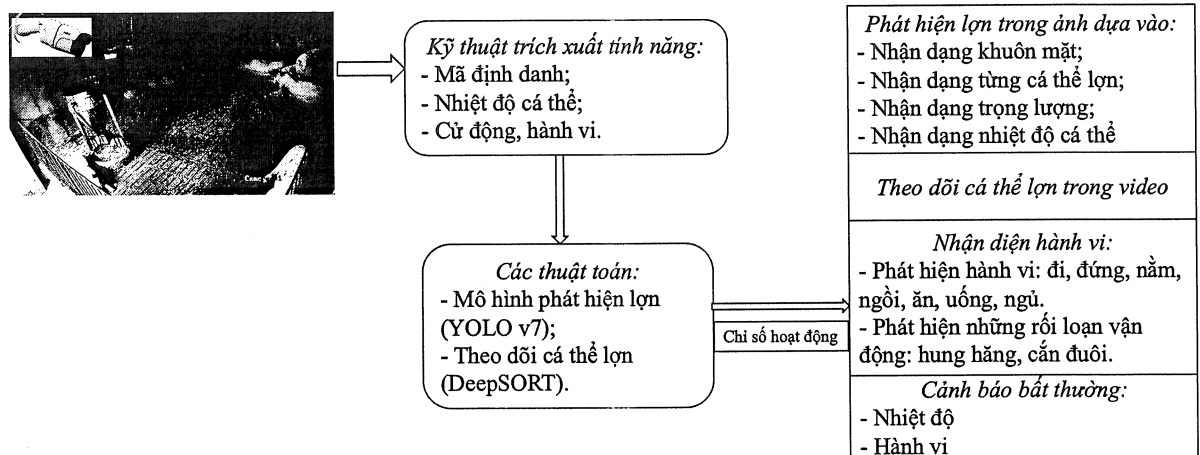


Hình 3

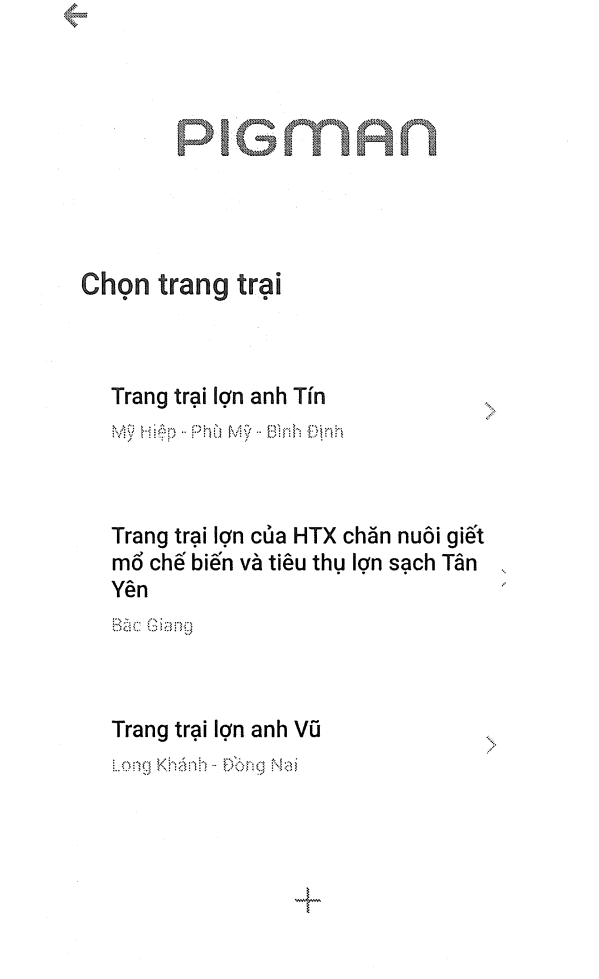
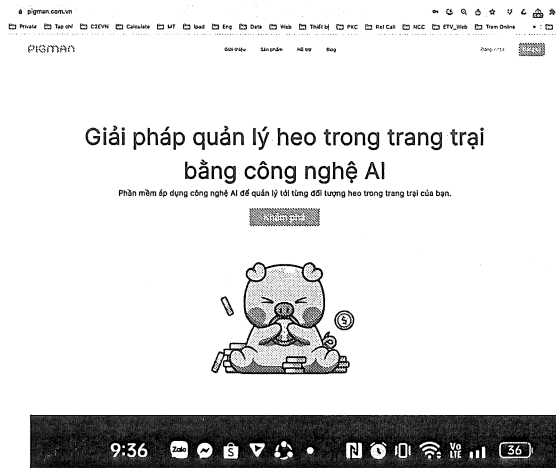
*Hình 4**Hình 5*



Hình 6



Hình 7



Hình 8