



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0047415

(51)^{2020.01} C02F 1/00; G06Q 50/06

(13) B

(21) 1-2021-00144

(22) 26/07/2018

(86) PCT/JP2018/028153 26/07/2018

(87) WO2020/021689 30/01/2020

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/05/2021 398A

(73) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)

7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008310, Japan

(72) IMAMURA, Eiji (JP); SATO, Yuki (JP); YOSHIDA, Wataru (JP); NODA, Seiji (JP); UENO, Yohei (JP); YASUNAGA, Nozomu (JP); WAKAMATSU, Go (JP); SHIMODA, Kenta (JP); KAWADA, Takushi (JP).

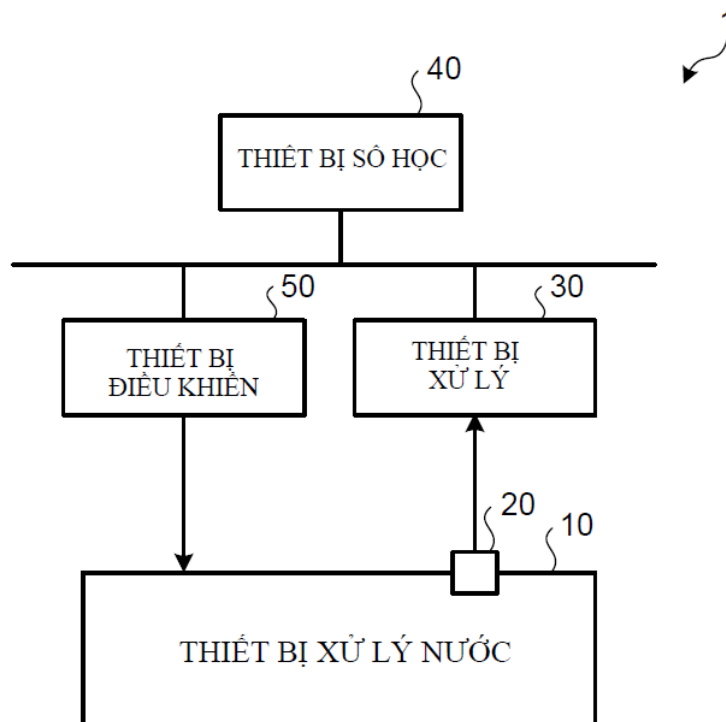
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) TRẠM XỬ LÝ NƯỚC VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH TRẠM XỬ LÝ NƯỚC NÀY

(21) 1-2021-00144

(57) Sáng chế đề cập đến trạm xử lý nước và phương pháp vận hành trạm xử lý nước này. Trạm xử lý nước (1) thực hiện xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị xử lý nước (10) bao gồm thiết bị thu hình ảnh (20), thiết bị xử lý (30) và thiết bị điều khiển (50). Thiết bị thu hình ảnh (20) thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước (10) và kết xuất dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách thu hình ảnh. Thiết bị xử lý (30) ra lệnh cho thiết bị số học (40) mà thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mô hình tính toán được tạo ra nhờ học máy thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh (30) làm dữ liệu đầu vào của một hoặc nhiều mô hình tính toán. Thiết bị điều khiển (50) điều khiển thiết bị xử lý nước (10) dựa vào thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học (40) bằng cách thực hiện phép toán số học.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến trạm xử lý nước để thực hiện xử lý nước chẳng hạn như nước sạch hoặc nước thải và phương pháp vận hành trạm xử lý nước này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong trạm xử lý nước, việc điều khiển xử lý nước được thực hiện trong khi thay đổi giá trị mục tiêu điều khiển phụ thuộc vào các thay đổi về môi trường. Ví dụ, việc điều khiển xử lý nước phụ thuộc vào các thay đổi về môi trường xử lý nước được thực hiện trong trạm xử lý nước bằng cách thay đổi giá trị mục tiêu điều khiển cùng với sự thay đổi về môi trường xử lý nước chẳng hạn như chênh lệch nhiệt độ theo mùa, lưu lượng của dòng nước vào và chất lượng của dòng nước vào.

Giá trị mục tiêu điều khiển được thay đổi bởi người vận hành dựa vào kinh nghiệm trước đó và tương tự, và cần có kiến thức chuyên môn để thực hiện sự thay đổi này. Tài liệu sáng chế 1 đề xuất kỹ thuật sử dụng thiết bị trí tuệ nhân tạo (artificial intelligent - AI) để điều khiển thiết bị xử lý nước thải sao cho kinh nghiệm của người vận hành có thể được phản ánh ở việc thay đổi giá trị mục tiêu điều khiển phụ thuộc vào các thay đổi về môi trường. Trong kỹ thuật này, giá trị phát hiện của các cảm biến mà phát hiện lưu lượng, nhiệt độ, nhu cầu oxy sinh hóa (biochemical oxygen demand - BOD), NH_4^+ và chỉ số tương tự của dòng nước vào thiết bị xử lý nước thải được nhập vào thiết bị AI, và thiết bị xử lý nước thải được điều khiển dựa vào đầu ra của thiết bị AI.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-25160

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong trạm xử lý nước thông thường được mô tả ở trên, việc điều khiển xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị AI được thực hiện với việc sử dụng các giá trị số của

lưu lượng, nhiệt độ, BOD, NH_4^+ và chỉ số tương tự của dòng nước vào làm các chỉ số. Tuy nhiên, trạm xử lý nước thông thường được mô tả ở trên vẫn cần được cải thiện. Ví dụ, có thể có trường hợp không thể thực hiện được việc điều khiển xử lý nước một cách hiệu quả trong trạm xử lý nước thông thường được mô tả ở trên theo sự thay đổi về môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước, sự thay đổi này không xuất hiện ở giá trị số được phát hiện bởi cảm biến.

Sáng chế được tạo ra khi xem xét đến vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất trạm xử lý nước có khả năng thực hiện việc điều khiển xử lý nước một cách hiệu quả hơn theo sự thay đổi về môi trường xử lý nước.

Giải pháp cho vấn đề

Trạm xử lý nước theo sáng chế là trạm xử lý nước thực hiện xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị xử lý nước, và bao gồm thiết bị thu hình ảnh, thiết bị xử lý và thiết bị điều khiển. Thiết bị thu hình ảnh thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước và kết xuất dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách thu hình ảnh. Thiết bị xử lý ra lệnh cho thiết bị số học mà thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mô hình tính toán được tạo ra nhờ học máy thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh làm dữ liệu đầu vào của một hoặc nhiều mô hình tính toán. Thiết bị điều khiển điều khiển thiết bị xử lý nước dựa vào thông tin được kết xuất từ thiết bị số học bằng cách thực hiện phép toán số học.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế đạt được hiệu quả là có thể tạo ra trạm xử lý nước có khả năng thực hiện việc điều khiển xử lý nước một cách hiệu quả hơn theo sự thay đổi về môi trường xử lý nước.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa đặc điểm chính của trạm xử lý nước theo phương án thứ nhất.

Fig.2 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của trạm xử lý nước theo phương án thứ nhất.

Fig.3 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của các nhóm cảm biến theo phương án thứ nhất.

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất.

Fig.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về bảng dữ liệu được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ theo phương án thứ nhất.

Fig.6 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị số học theo phương án thứ nhất.

Fig.7 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị điều khiển theo phương án thứ nhất.

Fig.8 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất.

Fig.9 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị số học theo phương án thứ nhất.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị điều khiển theo phương án thứ nhất.

Fig.11 là sơ đồ minh họa ví dụ về cấu hình phần cứng của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, trạm xử lý nước và phương pháp vận hành trạm xử lý nước theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các hình vẽ. Sáng chế không bị giới hạn ở phương án này.

Phương án thứ nhất

Fig.1 là sơ đồ minh họa đặc điểm chính của trạm xử lý nước theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.1, trạm xử lý nước 1 theo phương án thứ nhất bao gồm thiết bị xử lý nước 10, thiết bị thu hình ảnh 20, thiết bị xử lý 30, thiết bị số học 40 và thiết bị điều khiển 50. Thiết bị số học 40 là một ví dụ về thiết bị AI.

Thiết bị xử lý nước 10 là, ví dụ, thiết bị thực hiện xử lý nước chẳng hạn như nước sạch hoặc nước thải, và bao gồm thiết bị cần được điều khiển chẳng hạn như bơm hoặc thiết bị thổi để điều khiển trạng thái xử lý nước. Ví dụ về thiết bị xử lý nước 10 không bị giới hạn ở thiết bị theo phương án thứ nhất mà bao gồm thiết bị cần được điều khiển chẳng hạn như bơm hoặc thiết bị thổi, và bể lắng cát, bể lắng sơ cấp, thiết bị làm giảm

bùn và thiết bị tương tự của trạm xử lý nước cũng có thể được sử dụng.

Thiết bị điều khiển 50 điều khiển thiết bị xử lý nước 10. Thiết bị thu hình ảnh 20 thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 và kết xuất dữ liệu hình ảnh của môi trường xử lý nước thu được bằng cách thu hình ảnh. Môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 bao gồm ít nhất một trong số môi trường xử lý nước bên trong thiết bị xử lý nước 10 và môi trường xử lý nước bên ngoài thiết bị xử lý nước 10. Thiết bị xử lý 30 thu nhận dữ liệu hình ảnh từ thiết bị thu hình ảnh 20.

Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh thu nhận được làm dữ liệu đầu vào, và thu nhận kết quả của phép toán số học được thực hiện bởi thiết bị số học 40 từ thiết bị số học 40. Thiết bị số học 40 bao gồm mô hình tính toán được tạo ra nhờ học máy. Mô hình tính toán này nhận đầu vào là dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20, và kết xuất thông tin về giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển, chẳng hạn. Giá trị mục tiêu điều khiển là, ví dụ, giá trị mục tiêu của mức độ điều khiển thiết bị cần được điều khiển chẳng hạn như bơm hoặc thiết bị thổi mà điều khiển trạng thái xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10.

Thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán được mô tả ở trên và sử dụng dữ liệu hình ảnh thu nhận được từ thiết bị xử lý 30 làm dữ liệu đầu vào, và kết xuất thông tin bao gồm kết quả của phép toán số học được thực hiện bởi thiết bị số học 40 đến thiết bị xử lý 30. Thiết bị xử lý 30 kết xuất thông tin thu nhận được từ thiết bị số học 40 đến thiết bị điều khiển 50. Thiết bị điều khiển 50 điều khiển thiết bị xử lý nước 10 dựa vào thông tin được kết xuất từ thiết bị xử lý 30. Ví dụ, trong trường hợp thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 là thông tin về giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển, thì thiết bị điều khiển 50 có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng cách kết xuất thông tin điều khiển bao gồm giá trị mục tiêu điều khiển đến thiết bị cần được điều khiển của thiết bị xử lý nước 10. Thiết bị số học 40 là, ví dụ, trí tuệ nhân tạo được gọi là AI hoặc tương tự, và góp phần ước tính giá trị mục tiêu điều khiển ưu tiên của thiết bị cần được điều khiển thông qua học máy dựa vào dữ liệu hình ảnh đầu vào.

Như được mô tả ở trên, trong trạm xử lý nước 1, có thể thực hiện việc điều khiển xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị số học 40 và sử dụng hình ảnh môi trường xử lý

nước của thiết bị xử lý nước 10 làm chỉ số mới. Do đó, trong trạm xử lý nước 1, có thể thực hiện, bằng cách sử dụng thiết bị số học 40 chẳng hạn, việc điều khiển xử lý nước của trạm xử lý nước 1 mà đã được thực hiện bởi người vận hành dựa vào hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 và dựa vào kinh nghiệm trước đó hoặc kiến thức của người vận hành, và có thể thực hiện việc điều khiển xử lý nước một cách hiệu quả.

Phương án thứ nhất nêu trên đã mô tả một ví dụ trong đó dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20 được kết xuất đến thiết bị số học 40 thông qua thiết bị xử lý 30, và kết quả của phép toán số học được thực hiện bởi thiết bị số học 40 được kết xuất đến thiết bị xử lý 30, nhờ đó điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng thiết bị điều khiển 50. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này. Ví dụ, có thể thực hiện sửa đổi sao cho chức năng của thiết bị xử lý 30 được kết hợp vào ít nhất một trong số thiết bị số học 40 và thiết bị điều khiển 50 để lược bỏ thiết bị xử lý 30. Ở dạng sửa đổi này, ví dụ, thiết bị xử lý 30 mà riêng biệt với ít nhất một trong số thiết bị số học 40 và thiết bị điều khiển 50 có thể được lược bỏ, để đạt được hiệu quả làm tăng mức độ tự do về cấu hình thiết bị.

Sau đây, trạm xử lý nước 1 theo phương án thứ nhất sẽ được mô tả chi tiết. Fig.2 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của trạm xử lý nước theo phương án thứ nhất. Trong phần dưới đây, xử lý nước thải sẽ được mô tả làm ví dụ về xử lý nước được thực hiện bởi thiết bị xử lý nước 10.

Như được minh họa trên Fig.2, trạm xử lý nước 1 theo phương án thứ nhất bao gồm thiết bị xử lý nước 10 được mô tả ở trên, các thiết bị thu hình ảnh 20₁ đến 20₃, các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃, thiết bị xử lý 30, thiết bị số học 40, thiết bị điều khiển 50, thiết bị lưu trữ 61, thiết bị hiển thị 62 và thiết bị nhập 63. Trong phần mô tả dưới đây, các thiết bị thu hình ảnh 20₁ đến 20₃ có thể được gọi là thiết bị thu hình ảnh 20 khi chúng được nêu theo cách không phân biệt với nhau, và các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃ có thể được gọi là nhóm cảm biến 21 khi chúng được nêu theo cách không phân biệt với nhau.

Thiết bị xử lý 30, thiết bị số học 40, thiết bị điều khiển 50, thiết bị lưu trữ 61, thiết bị hiển thị 62 và thiết bị nhập 63 được kết nối truyền thông với nhau qua mạng truyền thông 64. Mạng truyền thông 64 là, ví dụ, mạng cục bộ (local area network - LAN), mạng diện rộng (wide area network - WAN), bus hoặc kênh thuê riêng.

Thiết bị xử lý nước 10 được minh họa trên Fig.2 là thiết bị xử lý nước thải dùng để xử lý nước thải. Thiết bị xử lý nước 10 này bao gồm bể lắng sơ cấp 11 để tích trữ nước thải là dòng nước vào từ hệ thống thoát nước và tương tự, và làm lắng chất rắn và tương tự trong nước thải, chất rắn này tương đối dễ chìm, bể xử lý 12 để xử lý hiếu khí nước nổi bề mặt trong bể lắng sơ cấp 11, và bể lắng cuối 13 để tách hỗn hợp lỏng chứa bùn hoạt tính chảy từ bể xử lý 12 thành nước nổi bề mặt và bùn hoạt tính. Nước nổi bề mặt trong bể lắng cuối 13 được xả ra dưới dạng nước đã được xử lý từ bể lắng cuối 13.

Trong bể xử lý 12, nước nổi bề mặt mà chảy vào đó từ bể lắng sơ cấp 11 chứa chất hữu cơ, và chất hữu cơ có trong nước nổi bề mặt này được xử lý, ví dụ, bằng cách phân hủy bởi các vi sinh vật hiếu khí chẳng hạn như vi khuẩn tích lũy phospho, vi khuẩn nitrat hóa và vi khuẩn khử nitrat.

Thiết bị xử lý nước 10 còn bao gồm thiết bị thổi 14 để thổi không khí vào bể xử lý 12 để hòa tan không khí trong hỗn hợp lỏng chứa bùn hoạt tính, và bơm 15 được trang bị ở đường ống nối bể lắng cuối 13 và bể xử lý 12, và hoàn lưu bùn hoạt tính vào bể xử lý 12 từ bể lắng cuối 13. Mỗi trong số thiết bị thổi 14 và bơm 15 là một ví dụ về thiết bị cần được điều khiển nêu trên, và sau đây, thiết bị thổi 14 và bơm 15 có thể được gọi là thiết bị cần được điều khiển khi chúng được nêu theo cách không phân biệt với nhau.

Các thiết bị thu hình ảnh 20₁, 20₂ và 20₃ thu hình ảnh của các môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 mà là các đối tượng cần được thu hình ảnh khác nhau. Thiết bị thu hình ảnh 20₁ thu hình ảnh môi trường xử lý nước mà là đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể lắng sơ cấp 11. Đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể lắng sơ cấp 11 là, ví dụ, trạng thái của nước, trạng thái của bọt khí hoặc trạng thái của chất lắng trong bể lắng sơ cấp 11.

Thiết bị thu hình ảnh 20₂ thu hình ảnh môi trường xử lý nước mà là đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể xử lý 12. Đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể xử lý 12 là, ví dụ, trạng thái của bùn hoạt tính hoặc trạng thái của nước trong bể xử lý 12. Trạng thái của bùn hoạt tính bao gồm, ví dụ, lượng hoặc sự phân bố của bùn hoạt tính. Trạng thái của bùn hoạt tính có thể là, ví dụ, lượng của mỗi vi sinh vật.

Thiết bị thu hình ảnh 20₃ thu hình ảnh môi trường xử lý nước mà là đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể lắng cuối 13. Đối tượng cần được thu hình ảnh bên trong bể lắng cuối 13 là, ví dụ, trạng thái của nước nổi bề mặt hoặc trạng thái của chất

lắng trong bể lắng cuối 13. Trong phần mô tả dưới đây, bể lắng sơ cấp 11, bể xử lý 12 và bể lắng cuối 13 có thể được gọi là bể khi chúng được nêu theo cách không phân biệt với nhau. Các đối tượng cần được thu hình ảnh mà được thu hình ảnh bởi thiết bị thu hình ảnh 20 không bị giới hạn ở các ví dụ được mô tả ở trên, và thiết bị thu hình ảnh 20 cũng có thể thu hình ảnh trạng thái của thành bên trong của bể, trạng thái của vùng xung quanh của bể hoặc các phần tương tự với vai trò là đối tượng cần được thu hình ảnh. Mặc dù các thiết bị thu hình ảnh 20₁, 20₂ và 20₃ được minh họa trên Fig.2 thu hình ảnh của trạng thái hoặc môi trường bên trong thiết bị xử lý nước 10 với vai trò là môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10, nhưng thiết bị thu hình ảnh có thể được trang bị để thu hình ảnh của trạng thái hoặc môi trường bên ngoài thiết bị xử lý nước 10 được minh họa trên Fig.2.

Thiết bị thu hình ảnh 20 là, ví dụ, camera kỹ thuật số hoặc kính hiển vi kỹ thuật số. Thiết bị thu hình ảnh 20 có thể là, ví dụ, camera kỹ thuật số dùng cho kính hiển vi. Trong trường hợp này, khi người vận hành trạm xử lý nước 1 đưa nước vào bể hoặc tương tự dưới kính hiển vi, thì thiết bị thu hình ảnh 20 có thể thu hình ảnh hiển vi của nó. Số lượng thiết bị thu hình ảnh 20 không bị giới hạn ở ba, và có thể là hai hoặc ít hơn, hoặc bốn hoặc nhiều hơn. Sau đây, người vận hành trạm xử lý nước 1 sẽ được gọi đơn giản là người vận hành.

Các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃ phát hiện các đặc tính khác nhau mà chỉ báo môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10. Ví dụ, nhóm cảm biến 21₁ phát hiện đặc tính dòng nước vào mà là đặc tính của dòng nước vào bể lắng sơ cấp 11. Nhóm cảm biến 21₂ phát hiện đặc tính bên trong bể xử lý mà chỉ báo trạng thái của bể xử lý 12. Nhóm cảm biến 21₃ phát hiện đặc tính nước đã được xử lý mà là đặc tính của nước đã được xử lý được xả ra từ bể lắng cuối 13.

Fig.3 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của các nhóm cảm biến theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.3, nhóm cảm biến 21₁ bao gồm cảm biến lưu lượng 22₁ để phát hiện lượng chảy vào của dòng nước vào, cảm biến BOD 22₂ để phát hiện BOD của dòng nước vào, cảm biến nhiệt độ nước 22₃ để phát hiện nhiệt độ của dòng nước vào, và cảm biến NH₃ 22₄ để phát hiện nồng độ NH₃ trong dòng nước vào. Nhóm cảm biến 21₁ có thể bao gồm cảm biến dùng để phát hiện nồng độ NH₄⁺ hoặc nitơ amoniac trong dòng nước vào thay vì hoặc ngoài cảm biến NH₃ 22₄.

Nhóm cảm biến 21₂ bao gồm cảm biến oxy hòa tan 23₁ để phát hiện lượng oxy hòa tan trong bể xử lý 12, cảm biến nồng độ vi sinh vật hoạt động 23₂ để phát hiện nồng độ của các vi sinh vật hoạt động trong bể xử lý 12 và cảm biến BOD 23₃ để phát hiện BOD trong bể xử lý 12. Ngoài ra, nhóm cảm biến 21₂ còn bao gồm các cảm biến mà mỗi cảm biến trong số đó phát hiện một trong số nồng độ nitơ amoniac, nồng độ nitơ nitrat, nồng độ nitơ tổng, nồng độ phospho phosphat và nồng độ phospho tổng.

Nhóm cảm biến 21₃ bao gồm cảm biến lưu lượng 24₁ để phát hiện lượng dòng ra của nước đã được xử lý, cảm biến BOD 24₂ để phát hiện BOD của nước đã được xử lý, và cảm biến nồng độ nitơ tổng 24₃ để phát hiện nồng độ nitơ tổng trong nước đã được xử lý.

Các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃ có thể bao gồm cảm biến để phát hiện đối tượng khác với các đối tượng cần được phát hiện nêu trên, hoặc có thể không bao gồm một phần trong số các cảm biến nêu trên. Sau đây, dữ liệu của các giá trị số được phát hiện bởi mỗi cảm biến trong các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃ sẽ được gọi là dữ liệu số. Ngoài ra, dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số có thể được gọi là dữ liệu phát hiện khi chúng được nêu theo cách không phân biệt với nhau.

Thiết bị xử lý 30 thu nhận dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 và dữ liệu số được kết xuất từ nhóm cảm biến 21, và lưu trữ dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số thu nhận được trong thiết bị lưu trữ 61. Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu được lựa chọn giữa dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 và dữ liệu số được kết xuất từ nhóm cảm biến 21 làm dữ liệu đầu vào, và thu nhận thông tin bao gồm kết quả của phép toán số học được thực hiện bởi thiết bị số học 40. Thiết bị xử lý 30 truyền thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 đến thiết bị điều khiển 50, và lưu trữ thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 trong thiết bị lưu trữ 61.

Ngoài ra, thiết bị xử lý 30 có thể hiển thị dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 trên thiết bị hiển thị 62. Người vận hành có thể xác định, ví dụ, dựa vào hình ảnh phần bên trong của bể được hiển thị trên thiết bị hiển thị 62, xem liệu có dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai trong thiết bị xử lý nước 10 hay không. Thuật ngữ “tương lai” ở đây có nghĩa là, ví dụ, một vài giờ sau đó hoặc một hoặc nhiều ngày sau đó.

Trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai bao gồm, ví dụ, trạng thái trong đó việc loại bỏ chất hữu cơ trở nên không đủ, trạng thái trong đó việc loại bỏ nitơ trở nên không đủ, và trạng thái trong đó màng lọc (không được minh họa trên hình vẽ) trở nên dễ bị tắc. Ngoài ra, dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai bao gồm, ví dụ, trạng thái trong đó số lượng vi sinh vật ức chế việc xử lý nước tăng lên, hoặc trạng thái trong đó sự phân bố của các vi sinh vật thực hiện xử lý nước có sự phân bố đặc hiệu. Trong trạm xử lý nước 1 theo phương án thứ nhất, có thể xác định được dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai được mô tả ở trên dựa vào dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20. Do đó, có thể góp phần cải thiện sự đa dạng và độ chính xác của các căn cứ dùng để xác định dấu hiệu, so với việc xác định dấu hiệu bằng cách chỉ sử dụng dữ liệu số. Sau đây, dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai có thể được gọi đơn giản là dấu hiệu.

Trong trường hợp người vận hành xác định rằng hình ảnh phần bên trong của bể được hiển thị trên thiết bị hiển thị 62 chỉ báo dấu hiệu được mô tả ở trên, thì bằng cách vận hành thiết bị nhập 63, người vận hành có thể tạo ra hoặc cập nhật mô hình tính toán có trong thiết bị số học 40 bằng cách sử dụng, làm dữ liệu học, dữ liệu hình ảnh tại thời điểm xuất hiện sự thay đổi về môi trường mà chỉ báo dấu hiệu này.

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.4, thiết bị xử lý 30 bao gồm bộ truyền thông 31, bộ lưu trữ 32 và bộ điều khiển 33. Bộ truyền thông 31 được kết nối vào mạng truyền thông 64. Bộ điều khiển 33 có thể truyền và nhận dữ liệu đến và từ mỗi trong số thiết bị số học 40, thiết bị điều khiển 50, thiết bị lưu trữ 61, thiết bị hiển thị 62 và thiết bị nhập 63 thông qua bộ truyền thông 31 và mạng truyền thông 64.

Bộ điều khiển 33 bao gồm bộ xử lý dữ liệu 34, bộ xử lý hiển thị 35, bộ yêu cầu phép toán số học 36, bộ xử lý chấp thuận 37 và bộ chuyển đổi 38. Bộ xử lý dữ liệu 34 liên tục thu nhận dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 và dữ liệu số được kết xuất từ nhóm cảm biến 21, và lưu trữ dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số thu nhận được trong thiết bị lưu trữ 61.

Bộ xử lý dữ liệu 34 lưu trữ dữ liệu hình ảnh thu nhận được từ mỗi thiết bị thu hình ảnh 20 trong thiết bị lưu trữ 61 theo thời gian. Ngoài ra, bộ xử lý dữ liệu 34 lưu trữ dữ liệu số thu nhận được từ mỗi cảm biến trong thiết bị lưu trữ 61 theo thời gian. Ngoài

ra, bộ xử lý dữ liệu 34 thu nhận thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40, kết xuất thông tin thu nhận được đến thiết bị điều khiển 50, và lưu trữ thông tin thu nhận được trong thiết bị lưu trữ 61.

Fig.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về bảng dữ liệu được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ theo phương án thứ nhất. Bảng dữ liệu được minh họa trên Fig.5 bao gồm dữ liệu hình ảnh, dữ liệu số và các giá trị mục tiêu điều khiển đối với mỗi thời điểm. Trên Fig.5, các dữ liệu hình ảnh $IM1(t_0)$, $IM1(t_1)$,..., $IM1(t_m)$,..., và $IM1(t_n)$ là các dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20₁. Ngoài ra, các dữ liệu hình ảnh $IM2(t_0)$, $IM2(t_1)$,..., $IM2(t_m)$,..., và $IM2(t_n)$ là các dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20₂.

Ngoài ra, các dữ liệu hình ảnh $IM3(t_0)$, $IM3(t_1)$,..., $IM3(t_m)$,..., và $IM3(t_n)$ là các dữ liệu hình ảnh của thiết bị thu hình ảnh 20₃. Lưu ý rằng m và n là các số tự nhiên, và $n > m$ được thiết lập. Mặc dù Fig.5 chỉ minh họa dữ liệu số của một cảm biến, tức là $NU1(t_0)$, $NU1(t_1)$,..., $NU1(t_m)$,..., và $NU1(t_n)$, nhưng bảng dữ liệu cũng bao gồm dữ liệu số của các cảm biến còn lại.

Ngoài ra, bảng dữ liệu được minh họa trên Fig.5 bao gồm thông tin về giá trị mục tiêu điều khiển của mỗi thiết bị cần được điều khiển được kết xuất đến thiết bị điều khiển 50 bởi thiết bị xử lý 30 tại mỗi thời điểm. Trên Fig.5, các giá trị mục tiêu điều khiển $RV1(t_0)$, $RV1(t_1)$,..., $RV1(t_m)$,..., và $RV1(t_n)$ là các giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị thổi 14. Ngoài ra, các giá trị mục tiêu điều khiển $RV2(t_0)$, $RV2(t_1)$,..., $RV2(t_m)$,..., và $RV2(t_n)$ là các giá trị mục tiêu điều khiển của bơm 15.

Quay trở lại Fig.4, mô tả về bộ điều khiển 33 sẽ được tiếp tục. Bộ xử lý hiển thị 35 hiển thị dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số thu nhận được bởi bộ xử lý dữ liệu 34 trên thiết bị hiển thị 62. Ngoài ra, bộ xử lý hiển thị 35 có thể thu nhận, từ thiết bị lưu trữ 61, thông tin được nhập bởi người vận hành thiết bị nhập 63, và có thể hiển thị thông tin thu nhận được trên thiết bị hiển thị 62.

Bộ yêu cầu phép toán số học 36 kết xuất, đến thiết bị số học 40 thông qua mạng truyền thông 64, dữ liệu cần thiết để nhập mô hình tính toán mà thỏa mãn điều kiện lựa chọn được mô tả sau, trong số dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số thu nhận được bởi bộ xử lý dữ liệu 34.

Ví dụ, trong trường hợp mô hình tính toán mà thỏa mãn điều kiện lựa chọn là mô hình tính toán dành cho hình ảnh, thì bộ yêu cầu phép toán số học 36 kết xuất dữ liệu

hình ảnh thu nhận được bởi bộ xử lý dữ liệu 34 đến thiết bị số học 40. Ngoài ra, trong trường hợp mô hình tính toán mà thỏa mãn điều kiện lựa chọn là mô hình tính toán dành cho cảm biến, thì bộ yêu cầu phép toán số học 36 kết xuất dữ liệu số thu nhận được bởi bộ xử lý dữ liệu 34 đến thiết bị số học 40.

Ngoài ra, trong trường hợp mô hình tính toán mà thỏa mãn các điều kiện lựa chọn là mô hình tính toán dành cho hình ảnh và mô hình tính toán dành cho cảm biến, thì bộ yêu cầu phép toán số học 36 kết xuất dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số thu nhận được bởi bộ xử lý dữ liệu 34 đến thiết bị số học 40. Bộ yêu cầu phép toán số học 36 cũng có thể thu nhận dữ liệu cần thiết để nhập mô hình tính toán mà thỏa mãn điều kiện lựa chọn từ thiết bị lưu trữ 61 và kết xuất dữ liệu thu nhận được đến thiết bị số học 40.

Bộ yêu cầu phép toán số học 36 kết xuất dữ liệu phát hiện đến thiết bị số học 40, từ đó ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu phát hiện làm dữ liệu đầu vào. Bộ xử lý dữ liệu 34 thu nhận thông tin thể hiện kết quả của phép toán số học được kết xuất từ thiết bị số học 40, và kết xuất thông tin thu nhận được đến thiết bị điều khiển 50. Thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 bao gồm, ví dụ, thông tin điều khiển bao gồm giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển, và thiết bị điều khiển 50 điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng cách điều khiển thiết bị cần được điều khiển được trang bị ở thiết bị xử lý nước 10 dựa vào thông tin được kết xuất từ thiết bị xử lý 30.

Bộ xử lý chấp thuận 37 chấp thuận sự lựa chọn dữ liệu hình ảnh để tạo ra và cập nhật các mô hình tính toán có trong thiết bị số học 40 dựa vào thao tác trên thiết bị nhập 63 được thực hiện bởi người vận hành. Bộ yêu cầu phép toán số học 36 thu nhận dữ liệu hình ảnh, mà sự lựa chọn nó đã được chấp thuận bởi bộ xử lý chấp thuận 37, từ thiết bị lưu trữ 61. Ngoài ra, bộ yêu cầu phép toán số học 36 thu nhận, từ thiết bị lưu trữ 61, thông tin về giá trị mục tiêu điều khiển của mỗi thiết bị cần được điều khiển liên kết với thời điểm thu nhận dữ liệu hình ảnh được lựa chọn.

Bộ yêu cầu phép toán số học 36 truyền dữ liệu học trong đó dữ liệu hình ảnh được lựa chọn và dữ liệu đối tượng cần được điều khiển liên kết với nhau, đến thiết bị số học 40 thông qua mạng truyền thông 64. Trong dữ liệu học, dữ liệu đối tượng cần được điều khiển liên kết với dữ liệu hình ảnh được lựa chọn là dữ liệu bao gồm các giá trị mục tiêu điều khiển thu nhận được từ thiết bị lưu trữ 61 và loại của mỗi thiết bị cần

được điều khiển. Ví dụ, trong trường hợp dữ liệu hình ảnh được lựa chọn là các dữ liệu hình ảnh IM1(tm), IM2(tm) và IM3(tm) tại thời điểm tm được minh họa trên Fig.5, thì dữ liệu đối tượng cần được điều khiển bao gồm các giá trị mục tiêu điều khiển RV1(tm) và RV2(tm) được minh họa trên Fig.5.

Bộ xử lý chấp thuận 37 cũng có thể chấp thuận thông tin về khoảng thời gian dùng để lựa chọn dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ 61, dựa vào thao tác trên thiết bị nhập 63 được thực hiện bởi người vận hành. Ví dụ, bộ xử lý chấp thuận 37 có thể chấp thuận thao tác trên thiết bị nhập 63 để lựa chọn dữ liệu hình ảnh cho năm trước.

Bộ yêu cầu phép toán số học 36 thu nhận, từ thiết bị lưu trữ 61, dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 trong khoảng thời gian được chấp thuận bởi bộ xử lý chấp thuận 37. Ngoài ra, bộ yêu cầu phép toán số học 36 thu nhận, từ thiết bị lưu trữ 61, dữ liệu của các giá trị mục tiêu điều khiển theo chuỗi thời gian được thiết đặt trong mỗi thiết bị cần được điều khiển trong khoảng thời gian được chấp thuận bởi bộ xử lý chấp thuận 37. Bộ yêu cầu phép toán số học 36 truyền dữ liệu học bao gồm dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian và dữ liệu của các giá trị mục tiêu điều khiển theo chuỗi thời gian thu nhận được đến thiết bị số học 40 thông qua mạng truyền thông 64.

Ngoài ra, như sẽ được mô tả sau, trong trường hợp mô hình tính toán dành cho hình ảnh là, ví dụ, mạng nơron hồi quy mà kết xuất thông tin về điểm số chỉ báo mức độ xuất hiện sự thay đổi về môi trường mà chỉ báo dấu hiệu được mô tả ở trên, thì người vận hành có thể lựa chọn dữ liệu chính xác và dữ liệu không chính xác. Ví dụ, người vận hành có thể lựa chọn, làm dữ liệu chính xác, dữ liệu hình ảnh thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 ở trạng thái trong đó có dấu hiệu được mô tả ở trên trong thiết bị xử lý nước 10. Ngoài ra, người vận hành có thể lựa chọn, làm dữ liệu không chính xác, ví dụ, dữ liệu hình ảnh thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 ở thời điểm không có dấu hiệu được mô tả ở trên.

Bộ chuyển đổi 38 có thể vận hành ở chế độ chuyển đổi thủ công trong đó điều kiện lựa chọn được thay đổi dựa vào thao tác trên thiết bị nhập 63 được thực hiện bởi người vận hành. Ví dụ, trong trường hợp bộ xử lý chấp thuận 37 chấp thuận thao tác chuyển đổi điều kiện lựa chọn được thực hiện bởi người vận hành khi chế độ vận hành

của bộ chuyển đổi 38 là chế độ chuyển đổi thủ công, thì bộ chuyển đổi 38 thay đổi điều kiện lựa chọn được thiết đặt trong bộ lưu trữ 32.

Ngoài ra, bộ chuyển đổi 38 cũng có thể vận hành ở chế độ chuyển đổi tự động trong đó điều kiện lựa chọn được thay đổi tự động. Ví dụ, trong trường hợp chế độ vận hành của bộ chuyển đổi 38 là chế độ chuyển đổi tự động và điều kiện lựa chọn được thiết đặt ở mô hình tính toán dành cho cảm biến, thì bộ chuyển đổi 38 xác định xem liệu điều kiện chuyển đổi thứ nhất có được thỏa mãn hay không. Nếu xác định được rằng điều kiện chuyển đổi thứ nhất được thỏa mãn, thì bộ chuyển đổi 38 thay đổi điều kiện lựa chọn được thiết đặt trong bộ lưu trữ 32 từ mô hình tính toán dành cho cảm biến thành mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Kết quả là, mô hình tính toán được sử dụng trong thiết bị số học 40 được thay đổi thành mô hình tính toán dành cho hình ảnh.

Ví dụ, trong trường hợp giá trị số được thể hiện bằng dữ liệu số của một hoặc nhiều cảm biến cụ thể có trong các nhóm cảm biến 21 nằm ngoài phạm vi thiết đặt trước một cách liên tục trong khoảng thời gian thiết đặt trước hoặc lâu hơn, thì bộ chuyển đổi 38 có thể xác định rằng điều kiện chuyển đổi thứ nhất được thỏa mãn. Điều kiện chuyển đổi thứ nhất không bị giới hạn ở các điều kiện của kết quả phát hiện của các cảm biến, và có thể là điều kiện về, ví dụ, thời gian trong ngày, mùa, thời tiết, hoặc điều kiện khác bất kỳ.

Ngoài ra, trong trường hợp chế độ vận hành của bộ chuyển đổi 38 là chế độ chuyển đổi tự động và mô hình tính toán dành cho hình ảnh được thiết đặt làm điều kiện lựa chọn, thì bộ chuyển đổi 38 xác định xem liệu điều kiện chuyển đổi thứ hai có được thỏa mãn hay không. Nếu xác định được rằng điều kiện chuyển đổi thứ hai được thỏa mãn, thì bộ chuyển đổi 38 thay đổi điều kiện lựa chọn được thiết đặt trong bộ lưu trữ 32 từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh thành mô hình tính toán dành cho cảm biến. Kết quả là, mô hình tính toán được sử dụng trong thiết bị số học 40 được thay đổi thành mô hình tính toán dành cho cảm biến.

Ví dụ, trong trường hợp giá trị số được thể hiện bằng dữ liệu số của một hoặc nhiều cảm biến cụ thể có trong các nhóm cảm biến 21 nằm trong phạm vi thiết đặt trước một cách liên tục trong khoảng thời gian thiết đặt trước hoặc lâu hơn, thì bộ chuyển đổi 38 có thể xác định rằng điều kiện chuyển đổi thứ hai được thỏa mãn. Điều kiện chuyển đổi thứ hai không bị giới hạn ở các điều kiện của kết quả phát hiện của các cảm biến, và

có thể là điều kiện về, ví dụ, thời gian trong ngày, mùa, thời tiết, hoặc điều kiện khác bất kỳ.

Chế độ vận hành của bộ chuyển đổi 38 có thể được thay đổi dựa vào thao tác được thực hiện bởi người vận hành. Ngoài ra, bộ chuyển đổi 38 có thể thay đổi các mô hình tính toán luân phiên giữa mô hình tính toán dành cho cảm biến và mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Ví dụ, bộ chuyển đổi 38 có thể thiết đặt mô hình tính toán dành cho cảm biến trong khoảng thời gian thứ nhất T1, và có thể thiết đặt mô hình tính toán dành cho hình ảnh trong khoảng thời gian thứ hai T2 luân phiên với khoảng thời gian thứ nhất T1. Trong trường hợp này, có thể chủ yếu thực hiện việc điều khiển xử lý nước với các giá trị số trong khi thực hiện việc điều khiển xử lý nước với các hình ảnh bằng cách làm cho khoảng thời gian thứ hai T2 ngắn hơn so với khoảng thời gian thứ nhất T1.

Tiếp theo, thiết bị số học 40 sẽ được mô tả. Fig.6 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị số học theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.6, thiết bị số học 40 bao gồm bộ truyền thông 41, bộ lưu trữ 42 và bộ điều khiển 43.

Bộ truyền thông 41 được kết nối vào mạng truyền thông 64. Bộ điều khiển 43 có thể truyền và nhận dữ liệu đến và từ mỗi trong số thiết bị thu hình ảnh 20, thiết bị xử lý 30, thiết bị điều khiển 50, thiết bị lưu trữ 61 và thiết bị nhập 63 thông qua bộ truyền thông 41 và mạng truyền thông 64.

Bộ lưu trữ 42 lưu trữ các mô hình tính toán. Các mô hình tính toán được lưu trữ trong bộ lưu trữ 42 bao gồm mô hình tính toán dành cho hình ảnh và mô hình tính toán dành cho cảm biến được mô tả ở trên.

Mô hình tính toán dành cho hình ảnh là, ví dụ, mạng nơron tích chập mà nhận đầu vào là các dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ các thiết bị thu hình ảnh 20 và kết xuất các giá trị mục tiêu điều khiển của các thiết bị cần được điều khiển. Với việc sử dụng mạng nơron tích chập, so với trường hợp sử dụng mạng nơron thông thường, việc học dữ liệu hình ảnh được thực hiện một cách hiệu quả bằng cách chia sẻ các trọng số, giúp có thể thu nhận được các kết quả có độ chính xác cao. Khi xét đến sự đa dạng của cấu trúc hệ thống, thì mô hình tính toán dành cho hình ảnh có thể là mạng nơron khác mạng nơron tích chập.

Mô hình tính toán dành cho cảm biến là, ví dụ, mạng nơron mà nhận đầu vào là các dữ liệu số được kết xuất từ các cảm biến có trong các nhóm cảm biến 21₁ đến 21₃

và kết xuất các giá trị mục tiêu điều khiển của các thiết bị cần được điều khiển. Mô hình tính toán dành cho cảm biến là mạng nơron thích hợp với phép toán số học của dữ liệu số, không giống với mạng nơron tích chập mà là mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Ngoài ra, ví dụ, mô hình tính toán dành cho cảm biến có thể là mô hình tính toán được tạo ra bởi thuật toán học chẳng hạn như hồi quy tuyến tính hoặc hồi quy logistic. Mô hình tính toán dành cho cảm biến có thể là mạng nơron tích chập vì mức độ tự do về cấu trúc thiết bị được tăng lên.

Bộ điều khiển 43 bao gồm bộ xử lý thu nhận 44, bộ xử lý số học 45, bộ xử lý đầu ra 46 và bộ xử lý học 47. Bộ xử lý thu nhận 44 thu nhận dữ liệu phát hiện từ thiết bị xử lý 30 thông qua mạng truyền thông 64 và bộ truyền thông 41. Dữ liệu phát hiện từ thiết bị xử lý 30 bao gồm dữ liệu hình ảnh, dữ liệu số, hoặc dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số, như được mô tả ở trên.

Bộ xử lý số học 45 đọc, từ bộ lưu trữ 42, mô hình tính toán tương ứng với dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44, nhập dữ liệu phát hiện vào mô hình tính toán được đọc để thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán, nhờ đó thu nhận đầu ra của mô hình tính toán. Ví dụ, trong trường hợp dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44 là dữ liệu hình ảnh, thì bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu hình ảnh vào mô hình tính toán dành cho hình ảnh để thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán dành cho hình ảnh, và thu nhận đầu ra của mô hình tính toán dành cho hình ảnh này.

Ngoài ra, trong trường hợp dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44 là dữ liệu số, thì bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu số vào mô hình tính toán dành cho cảm biến để thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán dành cho cảm biến, và thu nhận đầu ra của mô hình tính toán dành cho cảm biến này.

Ngoài ra, trong trường hợp dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44 bao gồm dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số, thì bộ xử lý số học 45 sử dụng cả mô hình tính toán dành cho hình ảnh và mô hình tính toán dành cho cảm biến. Tức là, bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu hình ảnh trong số dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số vào mô hình tính toán dành cho hình ảnh để thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán dành cho hình ảnh, và thu nhận thông tin được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh này. Ngoài ra, bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu số trong số dữ liệu hình ảnh

và dữ liệu số vào mô hình tính toán dành cho cảm biến để thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán dành cho cảm biến, và thu nhận thông tin được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến này.

Bộ xử lý đầu ra 46 kết xuất, làm thông tin đầu ra của thiết bị số học 40, thông tin thu nhận được bởi phép toán số học bằng cách sử dụng mỗi mô hình tính toán trong bộ xử lý số học 45 đến thiết bị xử lý 30 từ bộ truyền thông 41. Thông tin được kết xuất từ mỗi mô hình tính toán là thông tin về giá trị mục tiêu điều khiển của các thiết bị cần được điều khiển được mô tả ở trên.

Trong trường hợp dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44 bao gồm dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số, thì bộ xử lý đầu ra 46 có thể lựa chọn một trong số thông tin được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến và thông tin được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh để kết xuất thông tin được lựa chọn đến thiết bị xử lý 30 từ bộ truyền thông 41.

Ví dụ, trong trường hợp chênh lệch giữa giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh và giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến bằng giá trị được thiết đặt trước hoặc lớn hơn, thì bộ xử lý đầu ra 46 lựa chọn giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh và kết xuất giá trị mục tiêu điều khiển này đến thiết bị xử lý 30. Ngoài ra, trong trường hợp chênh lệch giữa giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh và giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến nhỏ hơn giá trị được thiết đặt trước, thì bộ xử lý đầu ra 46 lựa chọn giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến và kết xuất giá trị mục tiêu điều khiển này đến thiết bị xử lý 30.

Trong trường hợp dữ liệu phát hiện thu nhận được bởi bộ xử lý thu nhận 44 bao gồm dữ liệu hình ảnh và dữ liệu số, thì bộ xử lý số học 45 có thể thực hiện, đối với mỗi thiết bị cần được điều khiển, phép toán số học của giá trị trung bình của giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho cảm biến và giá trị mục tiêu điều khiển được kết xuất từ mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Bộ xử lý đầu ra 46 có thể kết xuất, làm thông tin đầu ra, thông tin điều khiển bao gồm giá trị trung bình của các giá trị mục tiêu điều khiển đối với mỗi thiết bị cần được điều khiển thu được bằng phép toán số học được thực hiện bởi bộ xử lý số học 45.

Mô hình tính toán dành cho hình ảnh có thể bao gồm mạng nơron hồi quy ngoài mạng nơron tích chập được mô tả ở trên. Trong trường hợp này, bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 vào mạng nơron hồi quy, và thu nhận, từ mạng nơron hồi quy này, dữ liệu của hình ảnh được dự đoán là sẽ thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 sau khi trôi qua thời gian Ta. Thời gian Ta bằng, ví dụ, 12 giờ hoặc dài hơn. Sau đó, bộ xử lý số học 45 nhập dữ liệu của hình ảnh được dự đoán là sẽ thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 sau khi trôi qua thời gian Ta vào mạng nơron tích chập, và thu nhận thông tin được kết xuất từ mạng nơron tích chập.

Ngoài ra, mô hình tính toán dành cho hình ảnh có thể chỉ bao gồm mạng nơron hồi quy. Mạng nơron hồi quy này nhận đầu vào là, ví dụ, dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20, và kết xuất thông tin về điểm số chỉ báo mức độ xuất hiện sự thay đổi về môi trường mà chỉ báo dấu hiệu được mô tả ở trên. Mạng nơron hồi quy này được lưu trữ cho mỗi loại dấu hiệu trong bộ lưu trữ 42. Trong bộ lưu trữ 42, thông tin điều khiển, là thông tin trong đó loại và giá trị mục tiêu điều khiển của mỗi thiết bị cần được điều khiển liên kết với nhau, được lưu trữ cho mỗi loại dấu hiệu. Thông tin điều khiển này có thể được lưu trữ trong bộ lưu trữ 42 bởi người vận hành thao tác thiết bị nhập 63, chẳng hạn.

Bộ xử lý số học 45 có thể nhập dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 vào mạng nơron hồi quy đối với mỗi loại dấu hiệu để thu nhận thông tin về điểm số được kết xuất từ mỗi mạng nơron hồi quy. Bộ xử lý số học 45 thu nhận, từ bộ lưu trữ 42, thông tin điều khiển bao gồm loại và giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển liên kết với loại dấu hiệu có điểm số bằng hoặc cao hơn ngưỡng. Ngoài ra, trong trường hợp có nhiều loại dấu hiệu có điểm số bằng hoặc cao hơn ngưỡng, thì bộ xử lý số học 45 thu nhận, từ bộ lưu trữ 42, thông tin điều khiển bao gồm loại và giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển liên kết với loại dấu hiệu có điểm số cao nhất. Bộ xử lý số học 45 kết xuất thông tin điều khiển thu nhận được bao gồm loại và giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển đến thiết bị xử lý 30 từ bộ truyền thông 41 làm thông tin đầu ra của thiết bị số học 40.

Bộ xử lý học 47 có thể tạo ra và cập nhật mô hình tính toán dành cho hình ảnh

được mô tả ở trên dựa vào dữ liệu học được kết xuất từ thiết bị xử lý 30. Bộ xử lý học 47 lưu trữ mô hình tính toán dành cho hình ảnh được tạo ra hoặc được cập nhật trong bộ lưu trữ 42.

Ví dụ, trong trường hợp mô hình tính toán dành cho hình ảnh bao gồm mạng nơron tích chập, thì bộ xử lý học 47 có thể tạo ra hoặc cập nhật mô hình tính toán dành cho hình ảnh bằng cách tối ưu hóa mạng nơron tích chập dựa vào dữ liệu hình ảnh và dữ liệu đối tượng cần được điều khiển có trong dữ liệu học.

Trong trường hợp mô hình tính toán dành cho hình ảnh bao gồm mạng nơron hồi quy, thì bộ xử lý học 47 có thể tạo ra hoặc cập nhật mô hình tính toán dành cho hình ảnh bằng cách tối ưu hóa mạng nơron hồi quy dựa vào dữ liệu học bao gồm dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian.

Mạng nơron trong thiết bị số học 40 là mạng nơron nhân tạo. Mạng nơron nhân tạo là mô hình tính toán trong đó các perceptron được sắp xếp kiểu phân cấp, mỗi trong số các perceptron này thu tổng được gán trọng số của các tín hiệu đầu vào, áp dụng hàm phi tuyến tính được gọi là hàm kích hoạt vào đó, và kết xuất kết quả của việc áp dụng này. Đầu ra “out” của perceptron có thể được biểu diễn bằng phương trình (1) sau đây, trong đó đầu vào được biểu diễn bằng $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, trọng số được biểu diễn bằng $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$, hàm kích hoạt được biểu diễn bằng $f(.)$, và tích số theo phần tử của các vector được biểu diễn bằng $*$.

$$\text{out}=f(X*W) \dots (1)$$

Trong mạng nơron tích chập, mỗi perceptron nhận tín hiệu hai chiều tương ứng với hình ảnh làm đầu vào, tính toán tổng được gán trọng số của các đầu vào, và chuyển các kết quả của phép toán đến lớp tiếp theo. Hàm sigmoid hoặc hàm đơn vị tuyến tính chỉnh (rectified linear unit - ReLU) được sử dụng làm hàm kích hoạt.

Các perceptron nêu trên được sắp xếp kiểu phân cấp trong mạng nơron nhân tạo, và kết quả nhận dạng được tính toán bằng cách xử lý tín hiệu đầu vào trong mỗi lớp. Trong lớp cuối cùng, ví dụ, nếu loại tác vụ trong mạng nơron nhân tạo là tác vụ hồi quy, thì đầu ra của hàm kích hoạt được sử dụng nguyên trạng làm đầu ra của tác vụ này, và nếu loại tác vụ là tác vụ phân loại, thì hàm softmax được áp dụng đối với lớp cuối cùng, và kết quả của việc áp dụng này được sử dụng làm đầu ra của tác vụ này.

Trong trường hợp mạng nơron tích chập, mạng nhân tạo được tạo cấu hình dưới dạng bản đồ của các tín hiệu hai chiều. Có thể coi mỗi tín hiệu hai chiều tương ứng với perceptron. Đối với bản đồ đặc trưng của lớp trước đó, tổng được gán trọng số được tính toán và hàm kích hoạt được áp dụng, và kết quả của nó được kết xuất.

Quá trình được mô tả ở trên được gọi là phép tích chập trong mạng nơron tích chập, và ngoài ra, lớp gộp để thực hiện quá trình gộp có thể được chèn vào mỗi lớp. Lớp gộp thực hiện lấy mẫu xuống bằng cách thực hiện phép toán tính trung bình hoặc phép toán tính cực đại trên bản đồ đặc trưng.

Việc học bởi mạng nơron nhân tạo này được thực hiện bằng cách lan truyền ngược, và ví dụ, phương pháp giảm độ dốc ngẫu nhiên (stochastic gradient descent) đã biết được sử dụng. Lan truyền ngược là khuôn khổ trong đó lỗi đầu ra của mạng nơron nhân tạo được lan truyền từ lớp cuối cùng đến các lớp trước đó theo trình tự để cập nhật các trọng số.

Tiếp theo, thiết bị điều khiển 50 được minh họa trên Fig.2 sẽ được mô tả. Thiết bị điều khiển 50 có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng cách điều khiển thiết bị thổi 14, bơm 15 và thiết bị tương tự. Ví dụ, bằng cách điều khiển thiết bị thổi 14 để điều chỉnh lượng không khí được thổi vào hỗn hợp lỏng chứa bùn hoạt tính, thiết bị điều khiển 50 có thể điều khiển nồng độ oxy hòa tan trong hỗn hợp lỏng chứa bùn hoạt tính này. Ngoài ra, bằng cách điều khiển bơm 15, thiết bị điều khiển 50 điều chỉnh lưu lượng của bùn hoạt tính được hoàn lưu vào bể xử lý 12 từ bể lắng cuối 13.

Fig.7 là sơ đồ minh họa cấu hình ví dụ của thiết bị điều khiển theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.7, thiết bị điều khiển 50 bao gồm bộ truyền thông 51, bộ lưu trữ 52, bộ điều khiển 53 và bộ nhập/xuất 54. Bộ truyền thông 51 được kết nối vào mạng truyền thông 64. Bộ điều khiển 53 có thể truyền và nhận dữ liệu đến và từ thiết bị xử lý 30 thông qua bộ truyền thông 51 và mạng truyền thông 64.

Bộ điều khiển 53 bao gồm bộ xử lý đầu vào 55, bộ điều khiển thiết bị thổi 56 và bộ điều khiển bơm 57. Bộ xử lý đầu vào 55 thu nhận thông tin điều khiển được kết xuất từ thiết bị xử lý 30 thông qua bộ truyền thông 51, và lưu trữ thông tin điều khiển thu nhận được trong bộ lưu trữ 52. Thông tin điều khiển được lưu trữ trong bộ lưu trữ 52 bao gồm giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị thổi 14 và giá trị mục tiêu điều khiển của bơm 15.

Bộ điều khiển thiết bị thổi 56 đọc giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị thổi 14 được lưu trữ trong bộ lưu trữ 52. Ngoài ra, bộ điều khiển thiết bị thổi 56 thu nhận dữ liệu số chỉ báo lượng oxy hòa tan được phát hiện bởi cảm biến oxy hòa tan 23₁ từ thiết bị lưu trữ 61 hoặc cảm biến oxy hòa tan 23₁. Bộ điều khiển thiết bị thổi 56 tạo ra tín hiệu điều khiển bằng cách điều khiển tỷ lệ-tích phân (proportional integral - PI) hoặc điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi phân (proportional integral differential - PID) dựa vào giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị thổi 14 và lượng oxy hòa tan thu nhận được. Bộ điều khiển thiết bị thổi 56 kết xuất tín hiệu điều khiển được tạo ra đến thiết bị thổi 14 từ bộ nhập/xuất 54. Thiết bị thổi 14 điều chỉnh lượng không khí được thổi vào bể xử lý 12 dựa vào tín hiệu điều khiển được kết xuất từ bộ nhập/xuất 54 của thiết bị điều khiển 50.

Bộ điều khiển bơm 57 đọc giá trị mục tiêu điều khiển của bơm 15 được lưu trữ trong bộ lưu trữ 52. Ngoài ra, bộ điều khiển bơm 57 thu nhận, từ cảm biến (không được minh họa trên hình vẽ) thông qua bộ nhập/xuất 54, dữ liệu số chỉ báo lưu lượng của bùn hoạt tính vào bể xử lý 12 từ bể lắng cuối 13. Bộ điều khiển bơm 57 tạo ra tín hiệu điều khiển bằng cách điều khiển PI hoặc điều khiển PID dựa vào giá trị mục tiêu điều khiển của bơm 15 và lưu lượng của bùn hoạt tính thu nhận được. Bộ điều khiển bơm 57 kết xuất tín hiệu điều khiển được tạo ra đến bơm 15 từ bộ nhập/xuất 54. Bơm 15 điều chỉnh lưu lượng của bùn hoạt tính vào bể xử lý 12 từ bể lắng cuối 13 dựa vào tín hiệu điều khiển được kết xuất từ bộ nhập/xuất 54 của thiết bị điều khiển 50.

Tiếp theo, sự vận hành của trạm xử lý nước 1 sẽ được mô tả theo lưu đồ. Fig.8 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất, và chuỗi quy trình này được thực hiện lặp đi lặp lại bởi bộ điều khiển 33 của thiết bị xử lý 30.

Như được minh họa trên Fig.8, bộ điều khiển 33 của thiết bị xử lý 30 xác định xem liệu thao tác chuyển đổi điều kiện lựa chọn đã được chấp thuận từ người vận hành hay chưa (bước S10). Nếu xác định được rằng thao tác chuyển đổi điều kiện lựa chọn đã được chấp thuận (bước S10: Có), thì bộ điều khiển 33 chuyển đổi điều kiện lựa chọn bằng cách thay đổi điều kiện lựa chọn được lưu trữ trong bộ lưu trữ 32 thành điều kiện lựa chọn phụ thuộc vào thao tác chuyển đổi (bước S11).

Khi quy trình của bước S11 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng thao tác chuyển đổi điều kiện lựa chọn chưa được chấp thuận (bước S10: Không), thì bộ điều

khiển 33 xác định xem liệu sự lựa chọn dữ liệu hình ảnh đã được chấp thuận từ người vận hành hay chưa (bước S12). Nếu xác định được rằng sự lựa chọn dữ liệu hình ảnh đã được chấp thuận (bước S12: Có), thì bộ điều khiển 33 kết xuất dữ liệu học bao gồm dữ liệu hình ảnh được lựa chọn đến thiết bị số học 40 (bước S13).

Khi quy trình của bước S13 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng sự lựa chọn dữ liệu hình ảnh chưa được chấp thuận (bước S12: Không), thì bộ điều khiển 33 xác định xem liệu dữ liệu phát hiện đã được thu nhận hay chưa (bước S14). Nếu xác định được rằng dữ liệu phát hiện đã được thu nhận (bước S14: Có), thì bộ điều khiển 33 xác định xem liệu chế độ vận hành có phải là chế độ chuyển đổi tự động hay không (bước S15).

Nếu xác định được rằng chế độ vận hành là chế độ chuyển đổi tự động (bước S15: Có), thì bộ điều khiển 33 thực hiện quy trình chuyển đổi tự động (bước S16). Trong bước S16, khi bộ điều khiển 33 xác định rằng điều kiện chuyển đổi thứ nhất được thỏa mãn ở trạng thái trong đó mô hình tính toán dành cho cảm biến được thiết đặt làm điều kiện lựa chọn, thì bộ điều khiển 33 thiết đặt mô hình tính toán dành cho hình ảnh làm điều kiện lựa chọn. Ngoài ra, khi bộ điều khiển 33 xác định rằng điều kiện chuyển đổi thứ hai được thỏa mãn ở trạng thái trong đó mô hình tính toán dành cho hình ảnh được thiết đặt làm điều kiện lựa chọn, thì bộ điều khiển 33 thiết đặt mô hình tính toán dành cho cảm biến làm điều kiện lựa chọn.

Khi quy trình của bước S16 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng chế độ vận hành không phải là chế độ chuyển đổi tự động (bước S15: Không), thì bộ điều khiển 33 thu nhận dữ liệu phát hiện tương ứng với điều kiện lựa chọn từ thiết bị lưu trữ 61, và kết xuất dữ liệu phát hiện thu nhận được đến thiết bị số học 40 (bước S17). Trong bước S17, ví dụ, trong trường hợp điều kiện lựa chọn được thiết đặt là mô hình tính toán dành cho hình ảnh, thì dữ liệu phát hiện tương ứng với điều kiện lựa chọn là dữ liệu hình ảnh. Ngoài ra, trong trường hợp điều kiện lựa chọn được thiết đặt là mô hình tính toán dành cho cảm biến, thì dữ liệu phát hiện tương ứng với điều kiện lựa chọn là dữ liệu số.

Tiếp theo, bộ điều khiển 33 thu nhận thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học 40 để đáp lại bước S17 (bước S18), và kết xuất thông tin đầu ra thu nhận được đến thiết bị điều khiển 50 (bước S19). Thông tin đầu ra này bao gồm thông tin điều khiển như được mô tả ở trên. Khi quy trình của bước S19 kết thúc, hoặc nếu xác định được

rằng dữ liệu phát hiện chưa được thu nhận (bước S14: Không), thì bộ điều khiển 33 kết thúc các quy trình được minh họa trên Fig.8.

Fig.9 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị số học theo phương án thứ nhất, và chuỗi quy trình được thực hiện lặp đi lặp lại bởi bộ điều khiển 43 của thiết bị số học 40.

Như được minh họa trên Fig.9, bộ điều khiển 43 của thiết bị số học 40 xác định xem liệu dữ liệu phát hiện đã được thu nhận từ thiết bị xử lý 30 hay chưa (bước S20). Nếu xác định được rằng dữ liệu phát hiện đã được thu nhận (bước S20: Có), thì bộ điều khiển 43 thực hiện xử lý số học bằng cách sử dụng mô hình tính toán và sử dụng dữ liệu phát hiện thu nhận được làm đầu vào của mô hình tính toán này (bước S21), và truyền thông tin đầu ra của mô hình tính toán đến thiết bị xử lý 30 (bước S22).

Khi quy trình của bước S22 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng dữ liệu phát hiện chưa được thu nhận (bước S20: Không), thì bộ điều khiển 43 xác định xem liệu dữ liệu học đã được thu nhận từ thiết bị xử lý 30 hay chưa (bước S23). Nếu xác định được rằng dữ liệu học đã được thu nhận từ thiết bị xử lý 30 (bước S23: Có), thì bộ điều khiển 43 thực hiện quy trình học của mô hình tính toán bằng cách sử dụng dữ liệu học (bước S24).

Khi quy trình của bước S24 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng dữ liệu học chưa được thu nhận (bước S23: Không), thì bộ điều khiển 43 kết thúc các quy trình được minh họa trên Fig.9.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về chuỗi quy trình của thiết bị điều khiển theo phương án thứ nhất, và chuỗi quy trình được thực hiện lặp đi lặp lại bởi bộ điều khiển 53 của thiết bị điều khiển 50.

Như được minh họa trên Fig.10, bộ điều khiển 53 của thiết bị điều khiển 50 xác định xem liệu thông tin điều khiển đã được thu nhận từ thiết bị xử lý 30 hay chưa (bước S30). Nếu xác định được rằng thông tin điều khiển đã được thu nhận (bước S30: Có), thì bộ điều khiển 53 điều khiển mỗi thiết bị cần được điều khiển dựa vào thông tin điều khiển thu nhận được (bước S31). Khi quy trình của bước S31 kết thúc, hoặc nếu xác định được rằng thông tin điều khiển chưa được thu nhận (bước S30: Không), thì bộ điều khiển 53 kết thúc các quy trình được minh họa trên Fig.10.

Fig.11 là sơ đồ minh họa ví dụ về cấu hình phần cứng của thiết bị xử lý theo phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.11, thiết bị xử lý 30 bao gồm máy tính gồm có bộ xử lý 101, bộ nhớ 102 và mạch giao diện 103.

Bộ xử lý 101, bộ nhớ 102 và mạch giao diện 103 có thể truyền và nhận dữ liệu đến và từ nhau thông qua bus 104. Bộ truyền thông 31 được thực hiện bởi mạch giao diện 103. Bộ lưu trữ 32 được thực hiện bởi bộ nhớ 102. Bộ xử lý 101 thực thi các chức năng của bộ xử lý dữ liệu 34, bộ xử lý hiển thị 35, bộ yêu cầu phép toán số học 36, bộ xử lý chấp thuận 37 và bộ chuyển đổi 38 bằng cách đọc và thực thi các chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ 102. Bộ xử lý 101 là một ví dụ về mạch xử lý, và bao gồm một hoặc nhiều trong số bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU), bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processor - DSP) và hệ thống tích hợp quy mô lớn (large scale integration - LSI).

Bộ nhớ 102 bao gồm một hoặc nhiều trong số bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM), bộ nhớ chỉ đọc (read only memory - ROM), bộ nhớ nhanh và bộ nhớ chỉ đọc có thể lập trình và xóa được (erasable programmable read only memory - EPROM). Ngoài ra, bộ nhớ 102 bao gồm vật ghi trong đó các chương trình có thể đọc được bằng máy tính nêu trên được ghi lại. Vật ghi này bao gồm một hoặc nhiều trong số bộ nhớ bán dẫn không khả biến hoặc khả biến, đĩa từ, bộ nhớ mềm, đĩa quang, đĩa compac và DVD.

Trong trường hợp bộ điều khiển 33 của thiết bị xử lý 30 được thực hiện bởi phần cứng chuyên dụng, thì bộ điều khiển 33 là, ví dụ, mạch đơn, mạch phức hợp, bộ xử lý được lập trình, bộ xử lý được lập trình song song, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array - FPGA), hoặc tổ hợp của chúng.

Thiết bị số học 40 cũng bao gồm cấu hình phần cứng tương tự với cấu hình phần cứng được minh họa trên Fig.11. Bộ truyền thông 41 được thực hiện bởi mạch giao diện 103. Bộ lưu trữ 42 được thực hiện bởi bộ nhớ 102. Bộ xử lý 101 thực thi các chức năng của bộ xử lý thu nhận 44, bộ xử lý số học 45, bộ xử lý đầu ra 46 và bộ xử lý học 47 bằng cách đọc và thực thi các chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ 102. Trong trường hợp bộ điều khiển 43 được thực hiện bởi phần cứng chuyên dụng, thì bộ điều khiển 43 là mạch đơn, mạch phức hợp, bộ xử lý được lập trình, bộ xử lý được lập trình song song,

ASIC, FPGA, hoặc tổ hợp của chúng.

Thiết bị điều khiển 50 cũng bao gồm cấu hình phần cứng tương tự với cấu hình phần cứng được minh họa trên Fig.11. Bộ truyền thông 51 và bộ nhập/xuất 54 được thực hiện bởi mạch giao diện 103. Bộ lưu trữ 52 được thực hiện bởi bộ nhớ 102. Bộ xử lý 101 thực thi các chức năng của bộ xử lý đầu vào 55, bộ điều khiển thiết bị thời 56 và bộ điều khiển bơm 57 bằng cách đọc và thực thi các chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ 102. Trong trường hợp bộ điều khiển 53 được thực hiện bởi phần cứng chuyên dụng, thì bộ điều khiển 53 là mạch đơn, mạch phức hợp, bộ xử lý được lập trình, bộ xử lý được lập trình song song, ASIC, FPGA, hoặc tổ hợp của chúng.

Trong ví dụ được mô tả ở trên, thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 được kết xuất đến thiết bị điều khiển 50 từ thiết bị xử lý 30, nhưng cũng có thể sử dụng cấu hình trong đó thông tin được kết xuất từ thiết bị số học 40 được nhập trực tiếp vào thiết bị điều khiển 50 mà không cần đến thiết bị xử lý 30.

Trong trường hợp mô hình tính toán dành cho hình ảnh bao gồm mạng nơron hồi quy, thì có thể kết xuất, đến thiết bị xử lý 30 đối với mỗi loại dấu hiệu, thông tin về điểm số của dấu hiệu mà là điểm số chỉ báo mức độ liệu có dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai trong thiết bị xử lý nước 10 hay không. Trong trường hợp này, bộ xử lý hiển thị 35 của thiết bị xử lý 30 có thể hiển thị điểm số của dấu hiệu thu nhận được đối với mỗi loại dấu hiệu trên thiết bị hiển thị 62.

Trong ví dụ được mô tả ở trên, mô hình tính toán mà chỉ sử dụng dữ liệu hình ảnh làm dữ liệu đầu vào đã được mô tả làm ví dụ về mô hình tính toán dành cho hình ảnh, nhưng mô hình tính toán dành cho hình ảnh có thể là mô hình tính toán mà sử dụng, ngoài dữ liệu hình ảnh, dữ liệu số hoặc các dữ liệu khác làm dữ liệu đầu vào.

Mặc dù mạng nơron tích chập mà nhận đầu vào là các dữ liệu hình ảnh và kết xuất các giá trị mục tiêu điều khiển đã được mô tả ở trên làm ví dụ về mô hình tính toán dành cho hình ảnh, nhưng mô hình tính toán dành cho hình ảnh không bị giới hạn ở ví dụ được mô tả ở trên. Ví dụ, mạng nơron tích chập có thể được trang bị cho mỗi giá trị mục tiêu điều khiển làm mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Mạng nơron tích chập có thể được trang bị cho mỗi thiết bị thu hình ảnh 20 làm mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Ngoài ra, mạng nơron tích chập có thể được trang bị cho mỗi thiết bị thu hình ảnh 20 và mỗi thiết bị cần được điều khiển làm mô hình tính toán dành cho hình ảnh.

Trong ví dụ được mô tả ở trên, trong trường hợp mô hình tính toán dành cho hình ảnh chỉ bao gồm mạng nơron hồi quy, thì thông tin điều khiển, là thông tin trong đó loại và giá trị mục tiêu điều khiển của mỗi thiết bị cần được điều khiển liên kết với nhau, được lưu trữ cho mỗi loại dấu hiệu, nhưng không bị giới hạn ở ví dụ này. Ví dụ, thiết bị số học 40 cũng có thể tạo ra hoặc cập nhật mạng nơron hồi quy bằng cách thực hiện việc học máy dựa vào dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian và các giá trị mục tiêu điều khiển theo chuỗi thời gian được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ 61. Trong trường hợp này, mạng nơron hồi quy kết xuất các giá trị mục tiêu điều khiển từ dữ liệu hình ảnh theo chuỗi thời gian. Kết quả là, có thể thực hiện xử lý nước một cách hiệu quả, ví dụ, ngay cả trong trường hợp có dấu hiệu trong trạm xử lý nước 1, dấu hiệu này là một trong số các dấu hiệu của trạng thái bất lợi trong bể trong tương lai và chưa được người vận hành nhận thấy.

Trong ví dụ được mô tả ở trên, thiết bị thời 14 và bơm 15 đã được mô tả làm các ví dụ về thiết bị cần được điều khiển mà được điều khiển bằng cách sử dụng thiết bị số học 40, nhưng thiết bị cần được điều khiển mà được điều khiển bằng cách sử dụng thiết bị số học 40 có thể bao gồm các thiết bị khác với thiết bị thời 14 và bơm 15.

Như được mô tả ở trên, trạm xử lý nước 1 theo phương án thứ nhất bao gồm thiết bị xử lý nước 10 để thực hiện xử lý nước, thiết bị thu hình ảnh 20, thiết bị xử lý 30, thiết bị số học 40 và thiết bị điều khiển 50. Thiết bị thu hình ảnh 20 thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 và kết xuất dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách thu hình ảnh. Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 mà thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mô hình tính toán được tạo ra nhờ học máy thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20 làm dữ liệu đầu vào của một hoặc nhiều mô hình tính toán. Thiết bị điều khiển 50 điều khiển thiết bị xử lý nước 10 dựa vào thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học 40 bằng cách thực hiện phép toán số học. Do đó, trong trạm xử lý nước 1, có thể thực hiện, bằng cách sử dụng thiết bị số học 40 chẳng hạn, việc điều khiển xử lý nước của trạm xử lý nước 1 mà đã được thực hiện bởi người vận hành dựa vào hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 và dựa vào kinh nghiệm trước đó hoặc kiến thức của người vận hành. Do đó, có thể thực hiện việc điều khiển xử lý nước một cách hiệu quả hơn theo sự thay đổi về môi trường xử lý nước.

Ngoài ra, một hoặc nhiều mô hình tính toán bao gồm mạng nơron tích chập mà sử dụng dữ liệu hình ảnh làm dữ liệu đầu vào. Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mạng nơron tích chập. Mạng nơron tích chập là một ví dụ về mô hình tính toán dành cho hình ảnh. Như được mô tả ở trên, bằng cách chuẩn bị mạng nơron tích chập mà sử dụng dữ liệu hình ảnh làm dữ liệu đầu vào và ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mạng nơron tích chập trên dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh 20, có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 một cách chính xác.

Trạm xử lý nước 1 bao gồm cảm biến để phát hiện đặc tính chỉ báo môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 và kết xuất dữ liệu số của đặc tính phát hiện được. Thiết bị số học 40 bao gồm mạng nơron dành cho cảm biến mà sử dụng dữ liệu số được kết xuất từ cảm biến làm dữ liệu đầu vào. Mạng nơron dành cho cảm biến là một ví dụ về mô hình tính toán dành cho cảm biến được mô tả ở trên. Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mạng nơron dành cho cảm biến. Như được mô tả ở trên, bằng cách phát hiện đặc tính chỉ báo môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước 10 bằng cảm biến 2, kết xuất dữ liệu số của đặc tính phát hiện được từ cảm biến 2, chuẩn bị mạng nơron dành cho cảm biến mà sử dụng dữ liệu số được kết xuất từ cảm biến 2 làm dữ liệu đầu vào, và ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng mạng nơron dành cho cảm biến trên dữ liệu số được kết xuất từ cảm biến 2, có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng cách sử dụng kết quả phát hiện của cảm biến.

Thiết bị xử lý 30 bao gồm bộ chuyển đổi 38 mà thực hiện chuyển đổi giữa việc sử dụng mạng nơron tích chập và việc sử dụng mạng nơron dành cho cảm biến để ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học. Kết quả là, có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 một cách chính xác, ví dụ, bằng cách thực hiện chuyển đổi giữa việc điều khiển xử lý nước bằng cách sử dụng hình ảnh thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20 và việc điều khiển xử lý nước bằng cách sử dụng kết quả phát hiện bởi cảm biến tùy thuộc vào từng trường hợp.

Ngoài ra, thiết bị xử lý 30 bao gồm bộ xử lý chấp thuận 37 mà chấp thuận sự lựa chọn một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh từ các dữ liệu hình ảnh thu được bởi thiết bị thu hình ảnh 20. Thiết bị số học 40 thực hiện việc học máy của một hoặc nhiều mô hình tính

toán dựa vào một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh được chấp thuận bởi bộ xử lý chấp thuận 37. Kết quả là, ví dụ, có thể cập nhật mô hình tính toán có trong thiết bị số học 40, và có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 một cách chính xác.

Thiết bị điều khiển 50 điều khiển mỗi thiết bị cần được điều khiển được trang bị ở thiết bị xử lý nước 10 bằng cách điều khiển tỷ lệ-tích phân hoặc điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi phân. Kết quả là, có thể điều khiển thiết bị xử lý nước 10 một cách chính xác.

Thiết bị xử lý nước 10 bao gồm các thiết bị cần được điều khiển mà là các đối tượng cần được điều khiển bởi thiết bị điều khiển 50. Thiết bị xử lý 30 ra lệnh cho thiết bị số học 40 thực hiện phép toán số học để tạo ra các giá trị mục tiêu điều khiển RV1 và RV2 của các thiết bị cần được điều khiển. Thiết bị điều khiển 50 điều khiển thiết bị xử lý nước 10 bằng cách sử dụng các giá trị mục tiêu điều khiển RV1 và RV2 được ra lệnh tạo ra bởi thiết bị xử lý 30 làm thông tin đầu ra. Kết quả là, có thể điều khiển các thiết bị cần được điều khiển được trang bị ở thiết bị xử lý nước 10 một cách chính xác.

Các cấu hình được mô tả trong phương án nêu trên chỉ là các ví dụ về nội dung của sáng chế và có thể được kết hợp với công nghệ đã biết khác, và có thể lược bỏ hoặc sửa đổi một phần của chúng mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 1: trạm xử lý nước
- 10: thiết bị xử lý nước
- 11: bể lắng sơ cấp
- 12: bể xử lý
- 13: bể lắng cuối
- 14: thiết bị thổi
- 15: bơm
- 20, 20₁, 20₂, 20₃: thiết bị thu hình ảnh
- 21, 21₁, 21₂, 21₃: nhóm cảm biến
- 22₁: cảm biến lưu lượng
- 22₂: cảm biến BOD

22₃: cảm biến nhiệt độ nước

22₄: cảm biến NH₃

23₁: cảm biến oxy hòa tan

23₂: cảm biến nồng độ vi sinh vật hoạt động

23₃: cảm biến BOD

24₁: cảm biến lưu lượng

24₂: cảm biến BOD

24₃: cảm biến nồng độ nitơ tổng

30: thiết bị xử lý

31, 41, 51: bộ truyền thông

32, 42, 52: bộ lưu trữ

33, 43, 53: bộ điều khiển

34: bộ xử lý dữ liệu

35: bộ xử lý hiển thị

36: bộ yêu cầu phép toán số học

37: bộ xử lý chấp thuận

38: bộ chuyển đổi

40: thiết bị số học

44: bộ xử lý thu nhận

45: bộ xử lý số học

46: bộ xử lý đầu ra

47: bộ xử lý học

50: thiết bị điều khiển

54: bộ nhập/xuất

55: bộ xử lý đầu vào

56: bộ điều khiển thiết bị thổi

57: bộ điều khiển bom

61: thiết bị lưu trữ

62: thiết bị hiển thị

63: thiết bị nhập

64: mạng truyền thông

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Trạm xử lý nước (1) để thực hiện xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị xử lý nước (10), trong đó trạm xử lý nước (1) này bao gồm:

thiết bị thu hình ảnh (20) để thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước (10) và để kết xuất dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách thu hình ảnh;

cảm biến (21) để phát hiện đặc tính chỉ báo môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước (10) và để kết xuất dữ liệu số của đặc tính phát hiện được;

thiết bị xử lý (30) để ra lệnh cho thiết bị số học (40) mà thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mô hình tính toán bao gồm mạng nơron tích chập và mạng nơron dành cho cảm biến (21) khác mạng nơron tích chập thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh được kết xuất từ thiết bị thu hình ảnh (20) làm dữ liệu đầu vào của mạng nơron tích chập và thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu số được kết xuất từ cảm biến (21) làm dữ liệu đầu vào của mạng nơron dành cho cảm biến (21); và

thiết bị điều khiển (50) để điều khiển thiết bị xử lý nước (10) dựa vào thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học (40) bằng cách thực hiện phép toán số học, trong đó:

thiết bị xử lý (30) bao gồm bộ chuyển đổi (38) để thực hiện chuyển đổi giữa việc sử dụng mạng nơron tích chập và việc sử dụng mạng nơron dành cho cảm biến (21) để ra lệnh cho thiết bị số học (40) thực hiện phép toán số học.

2. Trạm xử lý nước (1) theo điểm 1, trong đó thiết bị xử lý (30) bao gồm bộ xử lý chấp thuận (37) để chấp thuận sự lựa chọn một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh trong số các dữ liệu hình ảnh thu được bởi thiết bị thu hình ảnh (20), và thiết bị số học (40) thực hiện việc học máy của một hoặc nhiều mô hình tính toán dựa vào một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh được chấp thuận bởi bộ xử lý chấp thuận (37).

3. Trạm xử lý nước (1) theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị điều khiển (50) điều khiển thiết bị cần được điều khiển được trang bị ở thiết bị xử lý nước (10) bằng cách điều khiển tỷ lệ-tích phân hoặc điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi phân.

4. Trạm xử lý nước (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thiết bị số học (40) là trí tuệ nhân tạo (artificial intelligence - AI).

5. Trạm xử lý nước (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

thiết bị xử lý nước (10) bao gồm thiết bị cần được điều khiển mà là đối tượng cần được điều khiển bởi thiết bị điều khiển (50),

thiết bị xử lý (30) ra lệnh cho thiết bị số học (40) thực hiện phép toán số học để tạo ra giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển, và

thiết bị điều khiển (50) điều khiển thiết bị xử lý nước (10) bằng cách sử dụng giá trị mục tiêu điều khiển được ra lệnh tạo ra bởi thiết bị xử lý (30) làm thông tin đầu ra.

6. Phương pháp vận hành trạm xử lý nước (1) để thực hiện xử lý nước bằng cách sử dụng thiết bị xử lý nước (10), trong đó phương pháp này bao gồm:

bước thu hình ảnh để thu hình ảnh môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước (10) và kết xuất dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách thu hình ảnh;

bước kết xuất dữ liệu số để phát hiện đặc tính chỉ báo môi trường xử lý nước của thiết bị xử lý nước (10) bằng cảm biến (21) và kết xuất dữ liệu số của đặc tính phát hiện được;

bước xử lý để ra lệnh cho thiết bị số học (40) mà thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mô hình tính toán bao gồm mạng nơron tích chập và mạng nơron dành cho cảm biến (21) khác mạng nơron tích chập thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu hình ảnh được kết xuất trong bước thu hình ảnh làm dữ liệu đầu vào của mạng nơron tích chập và thực hiện phép toán số học bằng cách sử dụng dữ liệu số được kết xuất từ cảm biến (21) làm dữ liệu đầu vào của mạng nơron dành cho cảm biến (21);

bước điều khiển để điều khiển thiết bị xử lý nước (10) dựa vào thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học (40) bằng cách thực hiện phép toán số học; và

bước chuyển đổi để thực hiện chuyển đổi giữa mạng nơron tích chập và mạng nơron dành cho cảm biến được sử dụng bởi thiết bị số học (40) để ra lệnh cho thiết bị số học (40) thực hiện phép toán số học.

7. Phương pháp vận hành trạm xử lý nước (1) theo điểm 6, trong đó phương pháp này bao gồm:

bước lựa chọn để chấp thuận sự lựa chọn một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh từ các

dữ liệu hình ảnh thu được trong bước thu hình ảnh; và

bước thực hiện học máy để thực hiện việc học máy của một hoặc nhiều mô hình tính toán dựa vào một hoặc nhiều dữ liệu hình ảnh được lựa chọn trong bước lựa chọn.

8. Phương pháp vận hành trạm xử lý nước (1) theo điểm 6 hoặc 7, trong đó trong bước điều khiển, thiết bị cần được điều khiển được trang bị ở thiết bị xử lý nước (10) được điều khiển bằng cách điều khiển tỷ lệ-tích phân hoặc điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi phân.

9. Phương pháp vận hành trạm xử lý nước (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó phương pháp này bao gồm bước chuẩn bị AI để chuẩn bị AI làm thiết bị số học (40).

10. Phương pháp vận hành trạm xử lý nước (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 9, trong đó thiết bị xử lý nước (10) bao gồm thiết bị cần được điều khiển mà là đối tượng cần được điều khiển, và phương pháp này bao gồm:

bước tạo giá trị mục tiêu điều khiển để tạo ra giá trị mục tiêu điều khiển của thiết bị cần được điều khiển làm thông tin đầu ra được kết xuất từ thiết bị số học (40) bằng cách thực hiện phép toán số học; và

bước điều khiển giá trị mục tiêu điều khiển để điều khiển thiết bị xử lý nước (10) bằng cách sử dụng giá trị mục tiêu điều khiển được tạo ra trong bước tạo giá trị mục tiêu điều khiển làm thông tin đầu ra.

1/8

FIG.1

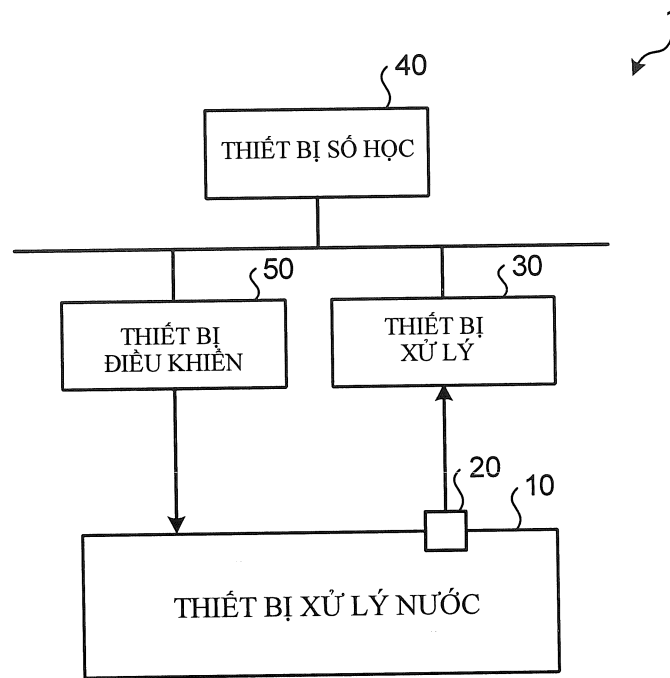
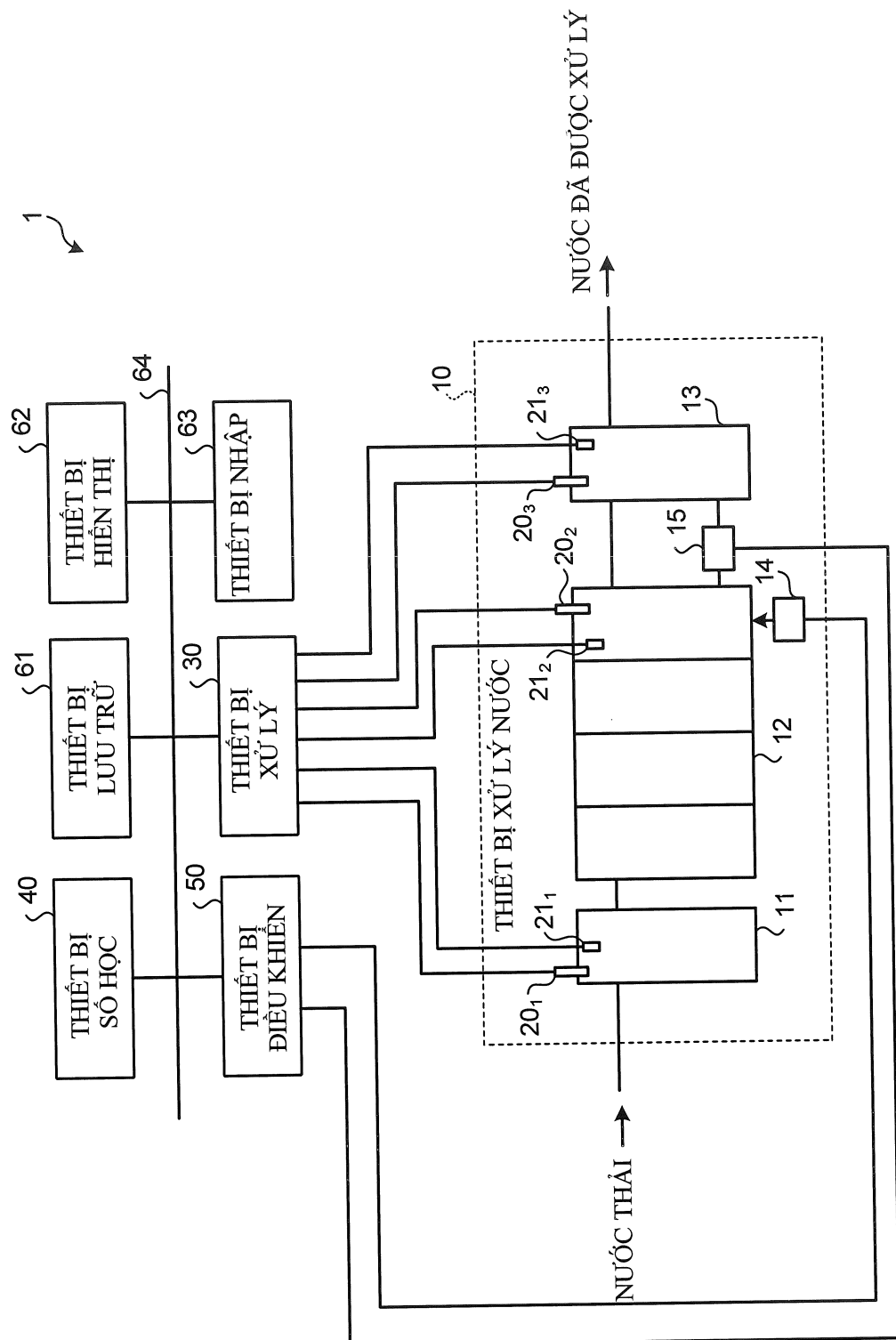


FIG. 2



3/8

FIG.3

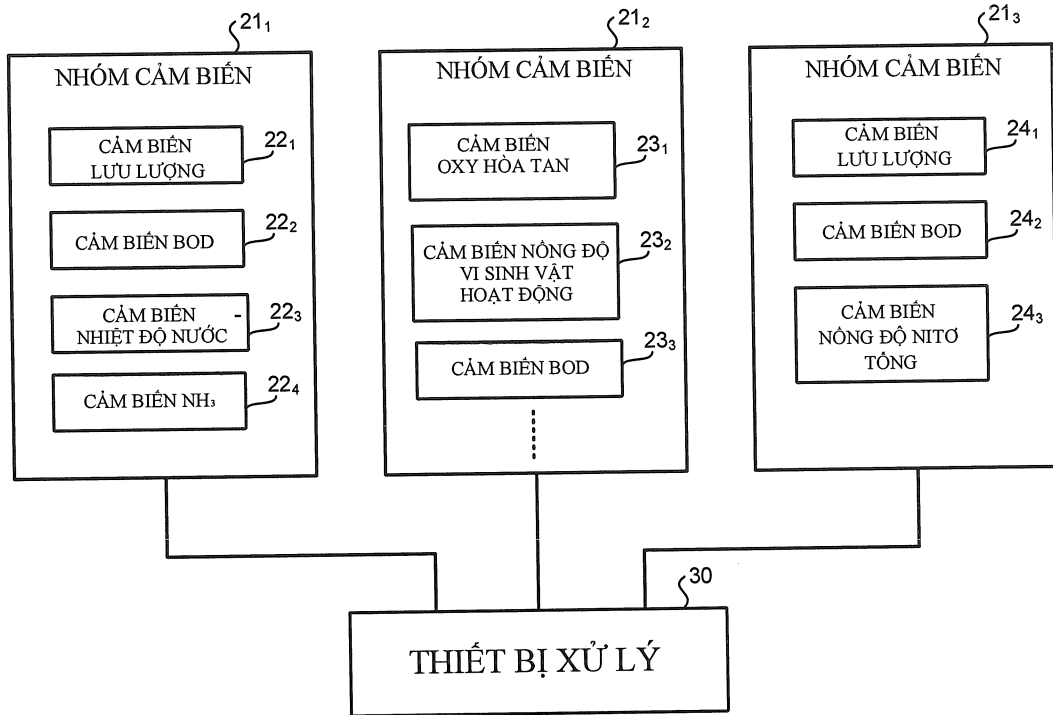


FIG.4

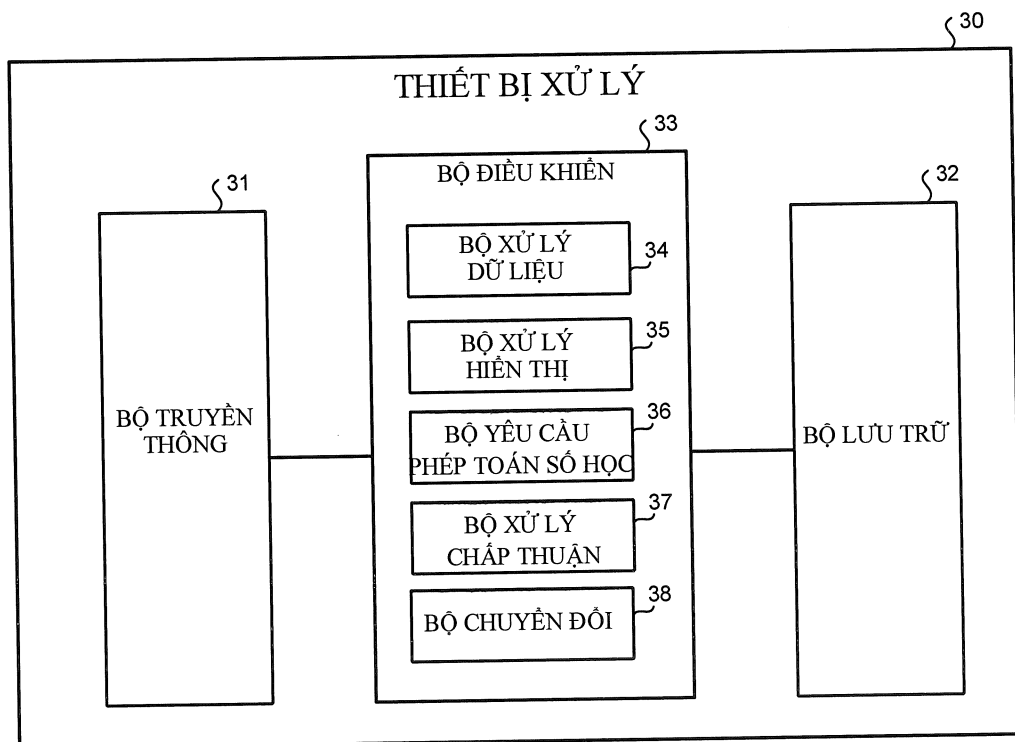
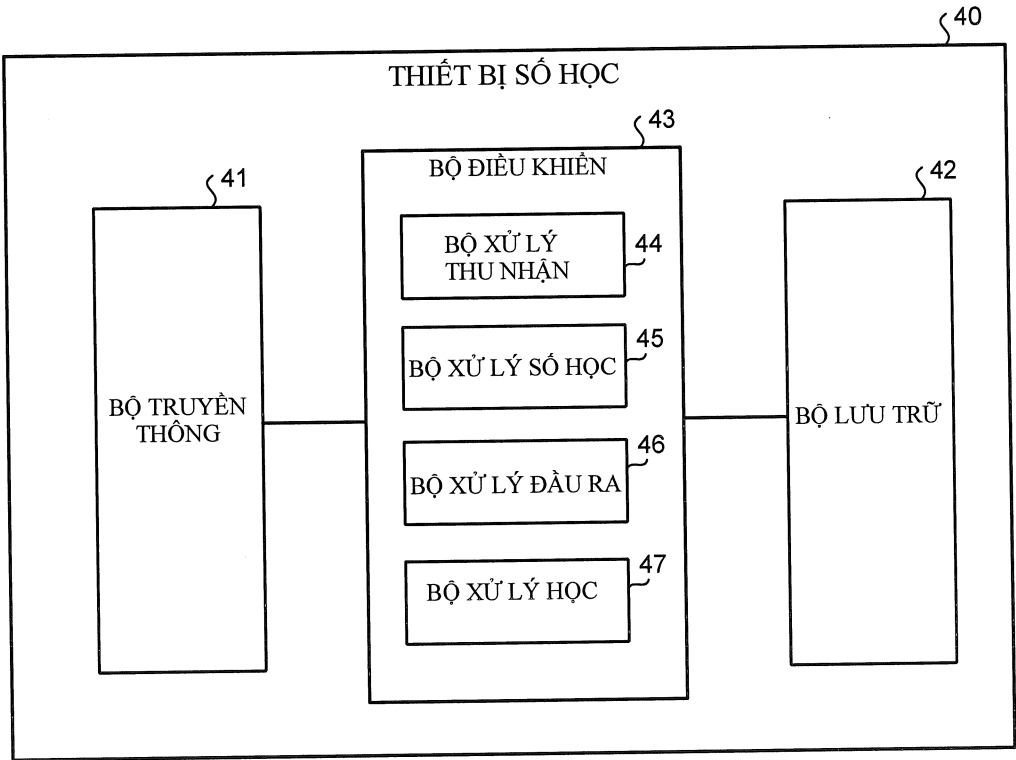


FIG.5

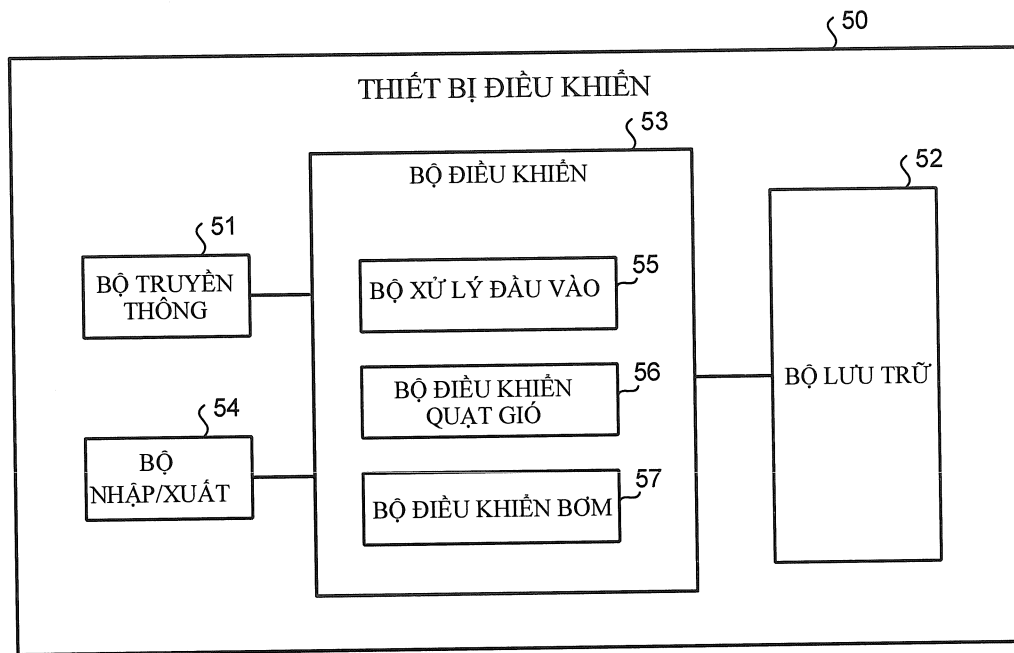
THỜI ĐIỂM	DỮ LIỆU HÌNH ẢNH			DỮ LIỆU SỐ		GIÁ TRỊ MỤC TIÊU ĐIỀU KHIỂN	
t0	IM1(t0)	IM2(t0)	IM3(t0)	NU1(t0)	...	RV1(t0)	RV2(t0)
t1	IM1(t1)	IM2(t1)	IM3(t1)	NU1(t1)	...	RV1(t1)	RV2(t1)
t2	IM1(t2)	IM2(t2)	IM3(t2)	NU1(t2)	...	RV1(t2)	RV2(t2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
tm	IM1(tm)	IM2(tm)	IM3(tm)	NU1(m)	...	RV1(tm)	RV2(tm)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
tn	IM1(tn)	IM2(tn)	IM3(tn)	NU1(tn)	...	RV1(tn)	RV2(tn)

FIG.6



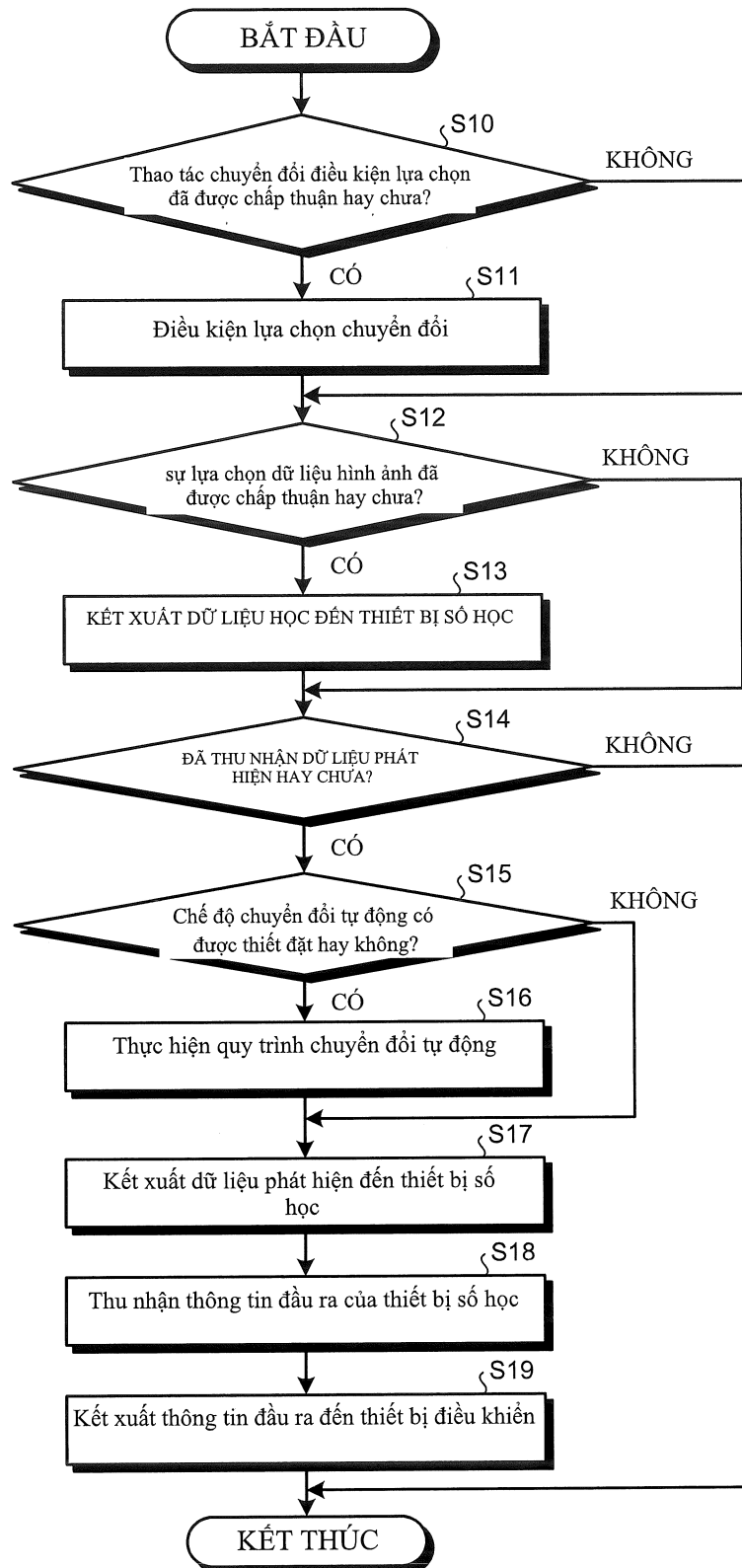
5/8

FIG.7



6/8

FIG.8



7/8

FIG.9

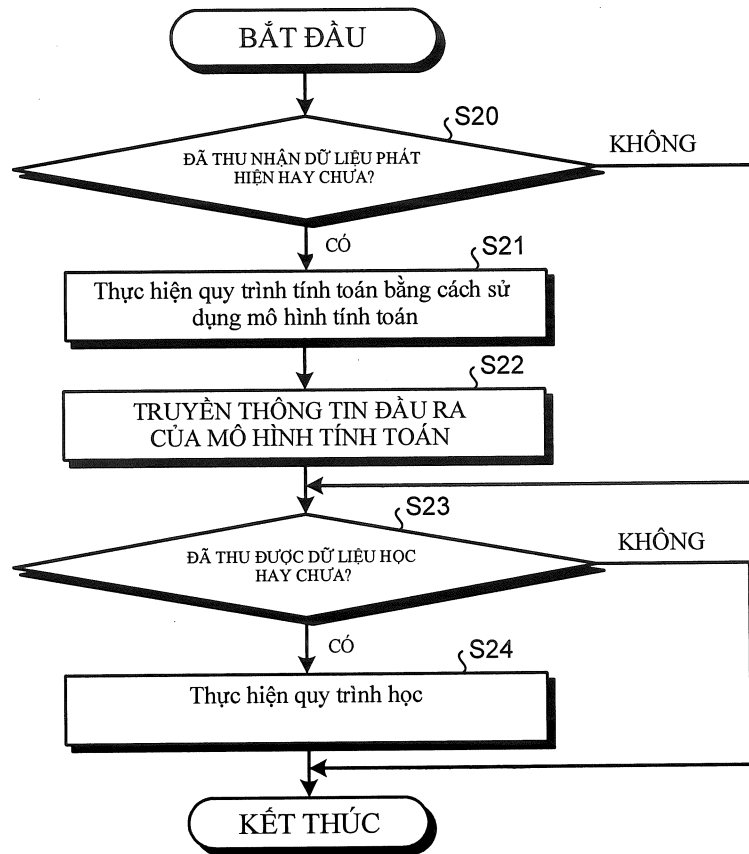
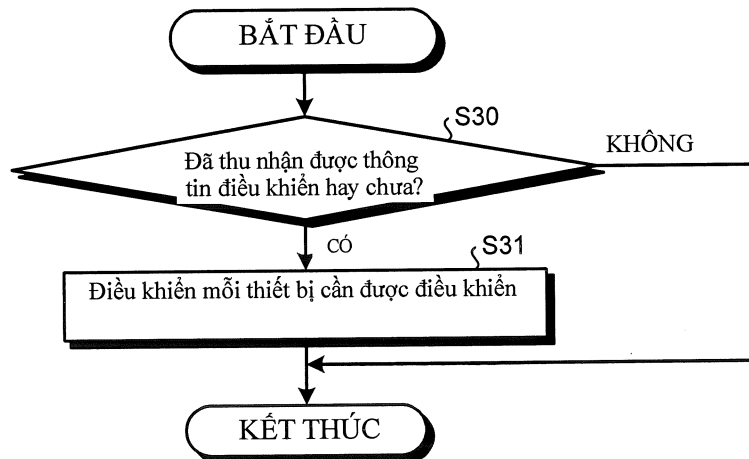


FIG.10



8/8

FIG.11

