



(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) 
1-0021999

(51)⁷ **G01M 3/28**

(13) **B**

(21) 1-2014-03764

(22) 12.11.2014

(30) 2013-234124 12.11.2013 JP

(45) 25.10.2019 379

(43) 25.05.2015 326

(73) Hitachi, Ltd. (JP)

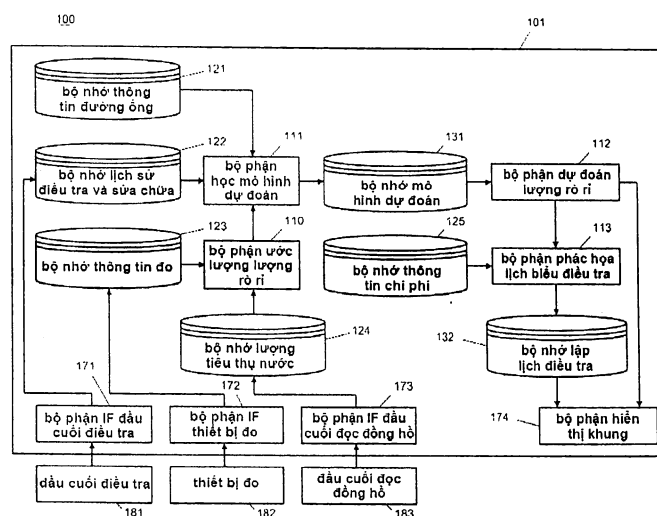
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8280, Japan

(72) Shingo ADACHI (JP), Shinsuke TAKAHASHI (JP), Motoaki OGUMA (JP), Takeshi TAKEMOTO (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) **THIẾT BỊ PHÁC HỌA ĐỂ LẬP LỊCH ĐIỀU TRA RÒ RỈ, HỆ THỐNG PHÁC HỌA ĐỂ LẬP LỊCH ĐIỀU TRA RÒ RỈ VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁC HỌA ĐỂ LẬP LỊCH ĐIỀU TRA RÒ RỈ**

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị phác họa dùng cho việc lập lịch điều tra rò rỉ, để phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ để bao trùm nhiều khu vực mà mạng đường ống nước được phân chia thành, bao gồm: bộ phận thu thập thông tin đo; bộ nhớ lượng tiêu thụ nước; bộ phận ước lượng lượng rò rỉ; bộ nhớ thông tin đường ống; bộ nhớ thông tin điều tra và sửa chữa; bộ phận học mô hình dự đoán; bộ phận dự đoán lượng rò rỉ; và bộ phận phác họa lịch biểu điều tra. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ và phương pháp phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ, và cụ thể hơn là đến thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ có hiệu quả về chi phí cao hơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Điểm 1 yêu cầu bảo hộ của Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-59799 đề cập đến: “Hệ thống trích lộ trình điều tra được rò rỉ là hệ thống để phân tích dữ liệu quá khứ được thu thập và tích lũy về các việc sửa chữa rò rỉ khi xử lý mạng đường ống nước để cấp nước sạch cho những người sử dụng cuối, bao gồm DB chính trong đó dữ liệu quá khứ về các việc sửa chữa rò rỉ và dữ liệu về số lượng đường ống phục vụ nước ngầm; phương tiện trích dữ liệu để trích dữ liệu bao gồm số lần sửa chữa theo mỗi số hình vẽ và số lượng đường ống phục vụ nước ngầm đối với mỗi số dự án, năm sửa chữa và năm lắp đặt; phương tiện đánh giá lưới để tính toán, trên cơ sở dữ liệu thu được từ phương tiện trích dữ liệu, số lần sửa chữa và tỷ lệ sửa chữa theo mỗi số hình vẽ so với toàn bộ mạng đường ống nước, và thể hiện bằng số hoặc hiển thị rõ các giá trị được tính toán đối với mỗi hình vẽ; phương tiện trích danh sách số dự án để trích các số dự án thuộc về các số hình vẽ của các rủi ro rò rỉ cao hơn thu được bởi phương tiện đánh giá lưới, và liệt kê các số dự án, số lần sửa chữa trong các hình vẽ, tổng số lần sửa chữa, số lượng đường ống phục vụ nước ngầm và tỷ lệ sửa chữa; và phương tiện đánh giá mức ưu tiên điều tra rò rỉ để tính toán, trên cơ sở danh sách số dự án được trích, các mức ưu tiên điều tra rò rỉ từ các thông số được thiết lập bởi người sử dụng.”

Hệ thống trích lộ trình điều tra được rò rỉ theo Công bố đơn yêu cầu cấp

patent Nhật Bản số 2011-59799, mặc dù có thể trích từ thông tin sửa chữa các khu vực địa lý có các rủi ro rò rỉ cao hơn, nhưng không thể xác định khu vực địa lý cần được điều tra đối với rò rỉ bất kỳ bằng cách cấp phát các tài nguyên giới hạn (con người và loại khác). Hơn nữa, hệ thống trích lộ trình điều tra được rò rỉ theo Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-59799 không thể xác định rõ tính bất định của các rủi ro rò rỉ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Đối với các vấn đề nêu trên, sáng chế nhằm mục đích đề xuất thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ có hiệu quả về chi phí cao hơn ngay cả khi giới hạn về tài nguyên sẵn có đưa đến tính bất định của sự rò rỉ.

Để giải quyết các vấn đề này, các kết cấu được nêu trong phần yêu cầu bảo hộ được sử dụng chẳng hạn. Sáng chế bao gồm nhiều phương tiện để giải quyết các vấn đề này, một phương tiện trong đó là thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ, phác họa lập lịch điều tra rò rỉ để bao trùm nhiều khu vực mà mạng đường ống nước được phân chia thành, bao gồm bộ phận thu thập thông tin đo để thu thập thông tin đo gắn liền với các lưu lượng nước từ lưu lượng kế được lắp trên mạng đường ống nước và các thiết bị đo khác; bộ nhớ lượng tiêu thụ nước để lưu trữ thông tin về các lượng tiêu thụ nước trong các khu vực; bộ phận ước lượng lượng rò rỉ để ước lượng các lượng rò rỉ nước trong các khu vực trên cơ sở thông tin đo và thông tin lượng tiêu thụ nước; bộ nhớ thông tin đường ống để tích lũy thông tin đường ống bao gồm thông tin chiều dài về mạng đường ống nước trong các khu vực; bộ nhớ thông tin điều tra và sửa chữa để tích lũy thông tin điều tra và sửa chữa bao gồm thời điểm thực hiện điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống trong các khu vực; bộ phận học mô hình dự đoán để tạo ra thông tin mô hình dự đoán để dự đoán xu hướng của các lượng rò rỉ nước trong các khu vực trên cơ sở ít nhất một thông tin trong số thông tin lượng rò rỉ, thông tin đường ống và thông

tin điều tra và sửa chữa; bộ phận dự đoán lượng rò rỉ để tạo ra thông tin lượng rò rỉ được dự đoán trong các khu vực trên cơ sở thông tin mô hình dự đoán; và bộ phận phác họa lịch biểu điều tra để phác họa lập lịch điều tra rò rỉ mà quy định trình tự thực hiện các cuộc điều tra rò rỉ trong các khu vực trên cơ sở thông tin lượng rò rỉ được dự đoán, trong đó bộ phận dự đoán lượng rò rỉ tạo ra các dự đoán về cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của giá trị mong muốn của lượng rò rỉ như là thông tin lượng rò rỉ được dự đoán; và bộ phận phác họa lịch biểu điều tra phác họa việc lập lịch bằng cách sử dụng chi phí rò rỉ được tính toán trên cơ sở cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của giá trị mong muốn của lượng rò rỉ.

Sáng chế có hiệu quả là tạo ra thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ có hiệu quả về chi phí cao hơn.

Mô tả vắn các hình vẽ

Các vấn đề, kết cấu và hiệu quả khác của sáng chế so với vấn đề, kết cấu và hiệu quả được mô tả trên đây sẽ được làm rõ nhờ phần mô tả chi tiết sau đây về một phương án của sáng chế khi dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ theo phương án này;

Fig.2 là sơ đồ khối phần cứng của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ theo phương án này;

Fig.3 thể hiện mạng đường ống nước và các cụm phân phối nước mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ cần phác họa việc lập lịch;

Fig.4 thể hiện thông tin đường ống về các ống phân phối nước được lập bảng được ghi trong bộ nhớ thông tin đường ống;

Fig.5 thể hiện thông tin đường ống được lập bảng về các ống phục vụ nước được lập bảng được ghi trong bộ nhớ thông tin đường ống;

Fig.6 thể hiện thông tin điều tra rò rỉ được lập bảng được ghi trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa;

Fig.7 thể hiện thông tin sửa chữa đường ống được lập bảng được ghi trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa;

Fig.8 thể hiện một ví dụ về xu hướng của lượng rò rỉ thực tế từ cụm phân phối nước;

Fig.9 thể hiện một ví dụ về xu hướng dự đoán của lượng rò rỉ bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ;

Fig.10 thể hiện thông tin mô hình dự đoán được lập bảng sẽ được ghi trong bộ nhớ mô hình dự đoán;

Fig.11 thể hiện thông tin lập lịch điều tra rò rỉ được lập bảng sẽ được ghi trong bộ nhớ lập lịch điều tra rò rỉ;

Fig.12 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận học mô hình dự đoán;

Fig.13 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ;

Fig.14 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra;

Fig.15 thể hiện việc hiển thị khung bởi bộ phận hiển thị khung liên quan đến việc lập lịch điều tra rò rỉ; và

Fig.16 thể hiện việc hiển thị khung bởi bộ phận hiển thị khung liên quan đến các kết quả dự đoán lượng rò rỉ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào các hình phác họa, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau về cơ bản được gắn vào các bộ phận giống nhau và không mô tả lặp lại.

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 theo phương án này.

Thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 bao gồm bộ phận ước lượng

lượng rò rỉ 110, bộ phận học mô hình dự đoán 111, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113, bộ nhớ thông tin đường ống 121, bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122, bộ nhớ thông tin đo 123, bộ nhớ lượng tiêu thụ nước 124, bộ nhớ thông tin chi phí 125, bộ nhớ mô hình dự đoán 131, bộ nhớ lập lịch điều tra 132, bộ phận IF đầu cuối điều tra 171, bộ phận IF thiết bị đo 172, bộ phận IF đầu cuối đọc đồng hồ 173, và bộ phận hiển thị khung 174.

Hệ thống phác họa lập lịch điều tra rò rỉ 100 có thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101, đầu cuối điều tra 181, thiết bị đo 182 và đầu cuối đọc đồng hồ 183.

Kết cấu của mạng đường ống nước, các cụm phân phối nước và các bộ phận khác mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần phác họa việc lập lịch sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.3.

Bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110, mà thông tin đo được ghi trong bộ nhớ thông tin đo 123 và lượng tiêu thụ nước được ghi trong bộ nhớ lượng tiêu thụ nước 124 được nhập vào, ước lượng lượng rò rỉ trong mỗi khu vực theo chu kỳ định trước (ví dụ, một ngày) và truyền lượng rò rỉ được ước lượng đến bộ phận học mô hình dự đoán 111 như là thông tin lượng rò rỉ.

Việc ước lượng lượng rò rỉ có thể được xử lý bằng giải pháp đã biết, như ước lượng dựa trên lưu lượng tối thiểu vào ban đêm hoặc tính toán sự cân bằng nước (ước lượng lượng rò rỉ bằng cách trừ từ lượng nước phân phối được tích lũy lượng nước tiêu thụ và các yếu tố khác). Đối với thông tin lượng rò rỉ, mà tạo thành đầu ra của bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110, phần mô tả bổ sung sẽ được đưa ra có dựa vào Fig.8.

Bộ phận học mô hình dự đoán 111, mà lượng rò rỉ trong khu vực như cụm phân phối nước được nhận từ bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110, thông tin đường ống được ghi trong bộ nhớ thông tin đường ống 121 và thông tin điều tra và sửa

chữa được ghi trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 được nhập vào, học mô hình dự đoán để tính toán các dự đoán về cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ tương lai trong mỗi khu vực và tính bất định của nó, và truyền mô hình dự đoán được học đến bộ nhớ mô hình dự đoán 131. Chi tiết về việc xử lý bởi bộ phận học mô hình dự đoán 111 sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.12.

Bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112, mà thông tin mô hình dự đoán được ghi trong bộ nhớ mô hình dự đoán 131 được nhập, tính toán các dự đoán về cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ tương lai trong mỗi khu vực và tính bất định của nó, và truyền kết quả đến bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 và bộ phận hiển thị khung 174. Chi tiết về việc xử lý bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.13.

Bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113, mà thông tin dự đoán lượng rò rỉ được nhận từ bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 và thông tin chi phí được ghi trong bộ nhớ thông tin chi phí 125 được nhập vào, xử lý việc tính toán phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ bằng cách sử dụng chi phí rò rỉ được tính toán trên cơ sở các dự đoán về cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của nó như là các bộ chỉ báo đánh giá của việc lập lịch điều tra rò rỉ, và truyền việc lập lịch điều tra rò rỉ được phác họa đến bộ nhớ lập lịch điều tra 132.

Việc lập lịch điều tra rò rỉ ở đây là việc quy định trình tự thực hiện các cuộc điều tra rò rỉ trong nhiều khu vực. Phương tiện điều tra rò rỉ điều tra bởi công nhân để tìm ra bằng cách kiểm tra cách âm, ví dụ, của hệ thống đường ống phục vụ nước liệu có bất kỳ sự rò rỉ khó giải quyết hay không. Chi tiết về việc xử lý bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.13.

Bộ nhớ thông tin đường ống 121 lưu trữ thông tin đường ống bao gồm thông tin về chiều dài của mạng đường ống nước liên quan đến mạng đường ống

nước mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần phác họa việc lập lịch. Cụ thể hơn là, nó lưu trữ thông tin đường ống trên hệ thống đường ống phân phối nước và thông tin đường ống trên hệ thống đường ống phục vụ nước, sẽ lần lượt được mô tả sau đây có dựa vào Fig.4 và Fig.5.

Bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 lưu trữ thông tin điều tra và sửa chữa, bao gồm thời điểm thực hiện điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống, đối với mạng đường ống nước mà việc lập lịch bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần được phác họa. Cụ thể hơn là, có lưu trữ thông tin điều tra rò rỉ và thông tin sửa chữa đường ống sẽ lần lượt được mô tả sau đây có dựa vào Fig.6 và Fig.7.

Bộ nhớ thông tin đo 123 lưu trữ thông tin được đo bằng cảm biến trong mạng đường ống nước mà việc lập lịch bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần được phác họa. Dữ liệu được đo bằng cảm biến (áp suất và lưu lượng được đo) của mỗi thiết bị đo theo chu kỳ được truyền bởi thiết bị đo 182, như chu kỳ một phút, được lưu trữ theo tuần tự thời gian.

Bộ nhớ lượng tiêu thụ nước 124 lưu trữ thông tin về các lượng nước được tiêu thụ bởi những người tiêu thụ nước thành phố trong mạng đường ống nước mà việc lập lịch bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần được phác họa. Mỗi người tiêu thụ nước nhận việc phân phối nước thông qua hệ thống ống phục vụ nước từ hệ thống đường ống phân phối nước của mạng đường ống nước, và đồng hồ nước để nạp phí tiêu thụ nước ở điểm nhận. Lượng tiêu thụ nước được đo bởi đồng hồ nước được đọc định kỳ bởi nhân viên đọc đồng hồ, hệ thống đọc đồng hồ tự động hoặc loại tương tự. Bộ nhớ lượng tiêu thụ nước 124 lưu trữ thông tin về lượng nước được tiêu thụ bởi những người tiêu thụ nước thành phố riêng được thu thập theo cách này, cụ thể là, thông tin về lượng nước tiêu thụ bởi bất kỳ người tiêu thụ đã biết nào theo chu kỳ định trước.

Bộ nhớ thông tin chi phí 125 lưu trữ thông tin về các mục chi phí bao gồm các chi phí của điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống và các tổn hao do rò rỉ theo số lượng khối trong mạng đường ống nước mà việc lập lịch bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần được phác họa.

Các chi phí của điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống trong trường hợp này có nghĩa là các chi phí phải chịu khi việc điều tra rò rỉ bằng cách phát hiện cách âm hoặc ngược lại được thực hiện trong mỗi khu vực của mạng đường ống nước và việc sửa chữa đường ống được thực hiện đối với rò rỉ được tìm thấy trong khi điều tra. Các tổn hao do rò rỉ theo số lượng khối có nghĩa là, ví dụ, chi phí của hậu quả của việc di dời một mét khối nước.

Bộ nhớ mô hình dự đoán 131 lưu trữ thông tin mô hình dự đoán được xuất ra bởi bộ phận học mô hình dự đoán 111. Cụ thể sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.10.

Bộ nhớ lập lịch điều tra 132 lưu trữ thông tin lập lịch điều tra được xuất ra bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113. Chi tiết sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.11.

Bộ phận IF đầu cuối điều tra 171 truyền đến bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 thông tin được nhận từ đầu cuối điều tra 181 sẽ được mô tả sau đây, và tăng thêm hoặc cập nhật thông tin điều tra rò rỉ và thông tin sửa chữa đường ống vào trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122.

Bộ phận IF thiết bị đo 172 truyền đến bộ nhớ thông tin đo 123 thông tin được nhận từ thiết bị đo 182 sẽ được mô tả sau đây, và bổ sung thông tin đo mới vào bộ nhớ thông tin đo 123.

Bộ phận IF đọc đồng hồ 173 truyền đến bộ nhớ lượng tiêu thụ nước 124 thông tin được nhận từ đầu cuối đọc đồng hồ 183 sẽ được mô tả sau đây, và tăng thêm hoặc cập nhật thông tin về lượng nước tiêu thụ vào bộ nhớ lượng tiêu thụ

nước 124.

Bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện, cho người vận hành thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101, thông tin dự đoán lượng rò rỉ được nhận từ bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 và thông tin lập lịch điều tra rò rỉ được ghi trong bộ nhớ lập lịch điều tra 132 thông qua thiết bị xuất, như bộ hiển thị. Cụ thể hơn là, thông tin được thể hiện ở dạng bảng hoặc đồ họa sẽ được mô tả có dựa vào Fig.15 và Fig.16.

Mỗi thiết bị đo 182 được nối với thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 thông qua mạng truyền thông. Các thiết bị đo được lắp trong mạng đường ống nước cần được quản lý, bao gồm các lưu lượng kế và các cảm biến áp suất, truyền dữ liệu cảm biến được đo đến bộ phận IF thiết bị đo 172 của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 qua mạng truyền thông. Ví dụ cụ thể về thiết bị đo sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.3.

Mỗi đầu cuối điều tra 181 và đầu cuối đọc đồng hồ 183 (đầu cuối thông tin di động, như POA) được nối với thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 qua mạng truyền thông.

Khi điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống, đầu cuối điều tra thích hợp 181 mà thông tin về việc điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống được nhập như được thao tác bởi người sử dụng đầu cuối điều tra, và thông tin được truyền đến bộ phận IF đầu cuối điều tra 171 của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101.

Hơn nữa, đầu cuối đọc đồng hồ 183, vào thời điểm đọc đồng hồ để tính tiền tiêu thụ nước, việc đọc đồng hồ nước được nhập bởi người sử dụng đồng hồ nước để truyền thông tin đến bộ phận IF đọc đồng hồ 173 của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101.

Fig.2 là sơ đồ khối phần cứng của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 theo phương án này. Dựa vào Fig.2, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ

101 có CPU 201, bộ nhớ 202, bộ phận nhập/xuất phương tiện 203, bộ phận điều khiển truyền thông 204, bộ phận nhập 205, bộ hiển thị 206, bộ phận IF thiết bị ngoại vi 207 và bus 210.

CPU 201 thực hiện các chương trình trong bộ nhớ 202. Bộ nhớ 202 lưu trữ tạm thời các chương trình, các bảng và loại tương tự. Bộ phận nhập/xuất phương tiện 203 là giao diện với phương tiện ghi thông tin như các thẻ SD.

Bộ phận điều khiển truyền thông 204, được nối đến mạng 220, thực hiện giao tiếp truyền thông với các thiết bị bên ngoài. Bộ phận nhập 205 là giao diện người sử dụng bao gồm bàn phím, chuột v.v..

Bộ hiển thị 206 là bộ hiển thị được mô tả có dựa vào Fig.1. Bộ phận IF thiết bị ngoại vi 207 là giao diện với các thiết bị được bố trí gần đó, bao gồm máy in.

Bus 210 được nối với CPU 201, bộ nhớ 202, bộ phận nhập/xuất phương tiện 203, bộ phận điều khiển truyền thông 204, bộ phận nhập 205, bộ hiển thị 206 và bộ phận IF thiết bị ngoại vi 207.

Như phần so sánh của Fig.1 và Fig.2 thể hiện, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 trên Fig.1 được vận hành bằng cách thực hiện chương trình bởi CPU 201.

Fig.3 thể hiện mạng đường ống nước và các cụm phân phối nước mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 cần phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ. Trên Fig.3, bể phân phối 301 mà nước được cấp từ đó đến mạng đường ống nước và mạng đường ống phân phối, được biểu thị bởi các đường nét liền, được minh họa. Ngoài ra, các lưu lượng kể từ 310 đến 313 và các cảm biến áp suất từ 321 đến 324 được thể hiện như là thiết bị đo được lắp trong mạng đường ống nước.

Cụm phân phối nước có nghĩa là vùng bất kỳ, trong số các vùng mà mạng đường ống nước được chia thành, tất cả các ống phân phối để nước chảy vào hoặc

ra khỏi vùng này là đối tượng để đo bằng các lưu lượng kế. Trong trường hợp được thể hiện trên Fig.3, lưu lượng kế 311 và các lưu lượng kế 312 và 313 được lắp trên các đường dẫn ống chảy vào tương ứng của các vùng 331 và 332 để tạo thành các cụm phân phối nước. Đồng thời, cụm phân phối nước đôi khi có thể được gọi là khu vực cấp nước (district metered area - DMA).

Bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 của thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 phác họa, như là lập lịch điều tra rò rỉ, lịch biểu quy định trình tự điều tra rò rỉ của cụm phân phối nước hoặc các khu vực mà cụm phân phối nước còn được chia thành. Trong phần mô tả sau đây, đơn vị của việc điều tra rò rỉ bao gồm cụm phân phối nước sẽ được gọi là khu vực.

Việc điều tra rò rỉ hay việc điều tra trong trường hợp này có nghĩa là công việc do người làm để phát hiện rò rỉ nước bất kỳ từ hệ thống đường ống nước bằng cách sử dụng các phần cứng như thanh cách âm, một số thiết bị cách âm khác và/hoặc bộ phát hiện rò rỉ tương quan. Trường hợp cụ thể của việc lập lịch điều tra rò rỉ sẽ được mô tả sau đây có dựa vào Fig.11.

Fig.4 thể hiện thông tin đường ống 400 được lập bảng về các ống phân phối nước được ghi trong bộ nhớ thông tin đường ống 121. Thông tin đường ống 400 được lập bảng có các cột là thông tin ID ống phân phối 401, thông tin vị trí 402, thông tin chiều dài 403, thông tin đường kính 404, thông tin kiểu ống 405, thông tin thời gian làm việc (life-in-service information) 406, thông tin mục phụ 407 và thông tin khu vực 408. Trong cột thông tin đường ống 400 được lập bảng, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 lưu trữ tất cả thông tin sẵn có trên tất cả các ống phân phối của mạng đường ống nước đang quản lý, mỗi hàng thể hiện một ống phân phối. Fig.4 thể hiện chỉ một ống phân phối làm ví dụ.

Thông tin ID ống phân phối 401 lưu trữ các ID, mỗi ID nhận dạng duy nhất ống phân phối cụ thể trong số tất cả các ống phân phối. Thông tin vị trí 402

lưu trữ thông tin điều phối để nhận dạng vị trí được cài đặt của ống phân phối đã biết kết hợp với Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System (GIS)). Thông tin chiều dài 403 và thông tin đường kính 404 lần lượt lưu trữ chiều dài và đường kính của ống phân phối đã biết.

Các mục thông tin bao gồm kiểu ống (ống thép dẻo (ductile iron pipe - DIP)) hoặc ống gang đúc (cast iron pipe - CIP)) và các đặc điểm kỹ thuật của ống (như có ống bọc ngoài chống gỉ hay không) được lưu trữ trong thông tin kiểu ống 405. Số năm của ống phân phối làm việc được ghi vào thông tin thời gian làm việc 406. Hoặc năm lắp đặt có thể được ghi trong đó, mà thời gian làm việc có thể được tính toán. Các mục thông tin bao gồm số lượng và các vị trí của các vòi nước, các van khí và các mục phụ khác và số lượng các đường ống dịch vụ nước rẽ nhánh ra ngoài được lưu trữ vào thông tin mục phụ 407. Thông tin về khu vực (cụm phân phối nước) mà ống phân phối thích hợp thuộc về được lưu trữ vào thông tin khu vực 408.

Fig.5 thể hiện thông tin đường ống 500 được lập bảng về các ống dịch vụ nước được ghi trong bộ nhớ thông tin đường ống 121. Thông tin đường ống 500 được lập bảng lưu vào các cột của nó thông tin ID ống dịch vụ nước 501, thông tin vị trí 502, thông tin ID ống phân phối 503 nối được, thông tin chiều dài 504, thông tin đường kính 505, thông tin kiểu ống 506, thông tin thời gian làm việc 507 và thông tin khu vực 508. Thông tin đường ống 500 được lập bảng lưu trữ tất cả các thông tin sẵn có về các ống dịch vụ nước của mạng đường ống nước đang được quản lý bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101, mà mỗi hàng của bảng thể hiện một ống dịch vụ. Fig.5 thể hiện chỉ một ống dịch vụ làm ví dụ.

Thông tin ID ống dịch vụ nước 501 lưu trữ các ID, mỗi ID này nhận dạng duy nhất ống dịch vụ nước cụ thể trong số tất cả các ống dịch vụ nước. Thông tin vị trí 502 lưu trữ thông tin điều phối để nhận dạng vị trí lắp đặt của ống dịch vụ

nước đã biết. Thông tin ID ống phân phối 503 nối được lưu trữ ID của ống phân phối mà ống dịch vụ nước thích hợp được nối.

Thông tin chiều dài 504 và thông tin đường kính 505 lần lượt lưu trữ chiều dài và đường kính của ống dịch vụ nước thích hợp. Các mục thông tin bao gồm kiểu ống (ống polyetylen (PE) và ống chì (LP) được lưu trữ trong thông tin kiểu ống 506. Số năm của ống dịch vụ nước làm việc được ghi vào thông tin thời gian làm việc 507. Hoặc năm lắp đặt có thể được ghi trong đó. Thông tin về khu vực (cụm phân phối nước) mà ống dịch vụ nước thích hợp thuộc về được lưu trữ vào thông tin khu vực 508.

Fig.6 thể hiện thông tin điều tra rò rỉ được lập bảng 600 chỉ báo thông tin điều tra rò rỉ được ghi vào bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122. Thông tin điều tra rò rỉ được lập bảng 600 có thông tin ID điều tra 601, thông tin chu kỳ 602 và thông tin khu vực mục tiêu 603 trong các cột của nó. Trong thông tin điều tra rò rỉ được lập bảng 600, tất cả thông tin về lịch sử điều tra rò rỉ được thực hiện trong tất cả các khu vực đang được quản lý bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 được ghi, mỗi hàng thể hiện các việc điều tra rò rỉ của một khu vực. Trên Fig.6, chỉ hai lịch sử điều tra rò rỉ được thể hiện làm ví dụ.

Thông tin ID điều tra 601 lưu trữ các ID, mỗi ID trong đó nhận dạng duy nhất một lịch sử điều tra cụ thể trong số tất cả các lịch sử điều tra cụ thể. Thông tin về chu kỳ trong đó việc điều tra thích hợp đã được thực hiện được lưu trữ vào thông tin chu kỳ 602. ID của khu vực trong đó việc điều tra rò rỉ đã được thực hiện trong khi điều tra thích hợp được lưu trữ vào thông tin khu vực mục tiêu 603.

Fig.7 thể hiện thông tin sửa chữa đường ống được lập bảng được ghi trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122. Thông tin sửa chữa đường ống được lập bảng 700 có thông tin ID sửa chữa 701, thông tin kiểu 702, thông tin ID ống 703, thông tin vị trí 704, thông tin nguyên nhân 705, thông tin lượng rò rỉ được ngăn

chặn 706, thông tin ngày và giờ 707 và thông tin ID điều tra 708 trong các cột của nó. Thông tin sửa chữa đường ống được lập bảng 700 lưu trữ tất cả thông tin về lịch sử sửa chữa đường ống của các ống phân phối và các ống dịch vụ nước đang được quản lý bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101, mỗi hàng thể hiện một lần sửa chữa đường ống. Trên Fig.7, lịch sử một lần sửa chữa đường ống được thể hiện làm ví dụ.

Thông tin ID sửa chữa 701 lưu trữ các ID, mỗi ID trong số này nhận dạng duy nhất lịch sử sửa chữa cụ thể trong số tất cả các lịch sử sửa chữa. Vào thông tin kiểu 722 và thông tin ID ống 703, thông tin chỉ báo liệu mục tiêu sửa chữa đã biết là ống phân phối hay ống dịch vụ nước và thông tin ID về ống mục tiêu. Thông tin về vị trí của việc thực hiện thích hợp được lưu trữ kết hợp với GIS vào thông tin vị trí 704. Cụ thể là, thông tin về vị trí nào của ống mục tiêu đã được sửa chữa.

Thông tin nguyên nhân 705 lưu trữ thông tin về các nguyên nhân dự đoán được của các rò rỉ đã được sửa chữa. Các nguyên nhân này được nhận dạng như là, ví dụ, hư hỏng do dùng quá lâu, ăn mòn, quá tải hoặc không biết được. Thông tin lượng rò rỉ được ngăn chặn 706 lưu trữ thông tin về kết quả của việc ước lượng tại hiện trường lượng rò rỉ (lưu lượng) của mục tiêu sửa chữa vào thời điểm sửa chữa rò rỉ. Thông tin ngày và giờ 707 lưu trữ thông tin về ngày và giờ của việc thực hiện sửa chữa thích hợp. Thông tin ID điều tra 708 lưu trữ thông tin ID về việc điều tra rò rỉ mà trong khi đó rò rỉ cần được sửa chữa đã được phát hiện. Nếu rò rỉ được sửa chữa không phải là rò rỉ được phát hiện trong khi điều tra rò rỉ, mà là rò rỉ được phát hiện bởi thông báo về rò rỉ ở mức mặt đất chẳng hạn, thì thông tin ID mà có thể nhận dạng lý do của việc phát hiện được lưu trữ.

Fig.8 thể hiện một ví dụ về xu hướng của lượng rò rỉ thực tế từ cụm phân phối nước. Trong đồ thị trên Fig.8, trục ngang biểu thị thời gian và trục thẳng

đúng, lượng rò rỉ từ khu vực đã biết (cụm phân phối nước). Nói chung, lượng rò rỉ trong một khu vực tăng lên đều đều như được chỉ báo bởi lượng rò rỉ 801 trừ trong chu kỳ thực hiện công việc ngăn chặn rò rỉ được biểu thị bởi chu kỳ làm việc ngăn chặn 811 và chu kỳ làm việc ngăn chặn 812. Công việc ngăn chặn rò rỉ trong trường hợp này có nghĩa là việc điều tra rò rỉ và việc sửa chữa rò rỉ bất kỳ được phát hiện bởi việc điều tra rò rỉ.

Bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110, như đã nêu trên, ước lượng lượng rò rỉ quá khứ trong mỗi khu vực, trên cơ sở thông tin về bản ghi trong mỗi bộ nhớ, như được thể hiện trên Fig.8 chẳng hạn.

Fig.9 thể hiện một ví dụ về xu hướng dự đoán lượng rò rỉ bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112. Dựa vào Fig.9, các dự đoán về cả giá trị mong muốn của lượng rò rỉ trong khu vực đã biết (cụm phân phối nước) bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 và tính bất định của nó sẽ được mô tả. Trong đồ thị trên Fig.9, trục ngang biểu thị chiều dài thời gian kể từ khi lần điều tra rò rỉ cuối cùng trong khu vực thích hợp và trục thẳng đứng, lượng rò rỉ khu vực thích hợp (cụm phân phối nước).

Xu hướng dự đoán của lượng rò rỉ được xuất ra bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 gắn liền với ba chuỗi thời gian tương ứng với chiều dài thời gian đã trôi qua kể từ khi điều tra và sửa chữa rò rỉ cuối cùng, bao gồm của giá trị lượng rò rỉ dự đoán được được mong đợi 901, giá trị lượng rò rỉ dự đoán được thấp 903 và giá trị lượng rò rỉ dự đoán được cao 902. Giá trị lượng rò rỉ dự đoán được cao 902 và giá trị lượng rò rỉ dự đoán được thấp 903 là các giá trị để thể hiện tính bất định của giá trị lượng rò rỉ dự đoán được được mong đợi 901. Giá trị cao và giá trị thấp có thể là, ví dụ, giới hạn trên và giới hạn dưới của phần đáng tin 95% được tính toán từ mức độ phù hợp của mô hình dự đoán với xu hướng của lượng rò rỉ quá khứ.

Thông thường, do nhiều yếu tố không xác định liên quan đến việc xảy ra rò rỉ, nên khó có thể xử lý rò rỉ bất kỳ như là yếu tố quyết định. Vì lý do này, việc dự đoán chỉ là về lượng rò rỉ dự đoán được được mong đợi không thể xem xét các sự khác biệt về mức độ bất định dự đoán từ khu vực này đến khu vực khác.

Thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 có thể thực hiện việc dự đoán hữu ích hơn về các lượng rò rỉ bằng cách xuất ra giá trị cao và giá trị thấp như là các bộ chỉ báo tính bất định của lượng mong đợi khi phác họa lập lịch điều tra rò rỉ hiệu quả hơn. Như là phương pháp thể hiện tính bất định của lượng mong đợi, biên độ lệch so với lượng mong đợi, ví dụ, cũng có thể được sử dụng thay cho giá trị cao và giá trị thấp.

Fig.10 thể hiện thông tin mô hình dự đoán được lập bảng 1000 sẽ được ghi trong bộ nhớ mô hình dự đoán 131. Thông tin mô hình dự đoán được lập bảng 1000 có các cột là thông tin ID mô hình dự đoán 1001, thông tin khu vực mục tiêu 1002, thông tin kiểu mô hình 1003, thông tin biến số giải thích 1004, thông tin hệ số 1005 và thông tin kiểu 1006.

Thông tin mô hình dự đoán được lập bảng 1000 lưu trữ tất cả các mô hình dự đoán được xuất ra bởi bộ phận học mô hình dự đoán 111, mỗi hàng thể hiện một mô hình dự đoán. Trên Fig.10, mô hình dự đoán được thể hiện. Để bổ sung, thông tin mô hình dự đoán được lập bảng 1000 bao gồm ít nhất một mô hình dự đoán tính trên một khu vực áp dụng được cho tất cả các khu vực mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 có thể đóng vai trò là mục tiêu của việc phác họa lịch biểu.

Thông tin ID mô hình dự đoán 1001 lưu trữ các ID, mỗi ID nhận dạng duy nhất một mô hình dự đoán. Thông tin khu vực mục tiêu 1002 lưu trữ các ID của các khu vực mà mô hình dự đoán có thể áp dụng. Đối với mô hình áp dụng được vào nhiều khu vực, thông tin mà có thể nhận dạng các khu vực áp dụng được

được lưu trữ.

Thông tin kiểu mô hình 1003 lưu trữ số lượng biểu thức số học tham chiếu để sử dụng bởi các mô hình dự đoán khi thực hiện dự đoán. Thông tin biến số giải thích 1004 lưu trữ thông tin về các biến số giải thích của các khu vực sẽ được sử dụng khi áp dụng các mô hình dự đoán vào các khu vực khác nhau. Bộ phận học mô hình dự đoán 111 và bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 thu nhận, theo yêu cầu, các giá trị cụ thể của các biến số giải thích của khu vực thích hợp từ bộ nhớ thông tin đường ống 121 và bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122. Các biến số giải thích sẽ được mô tả thêm sau đây.

Thông tin hệ số 1005 lưu trữ các giá trị cụ thể của các hệ số của công thức dự đoán được chỉ báo bởi thông tin kiểu mô hình 1003. Thông tin kiểu 1006 lưu trữ thông tin chỉ báo liệu mô hình dự đoán thích hợp là mô hình dự đoán chung hoặc mô hình dự đoán khu vực cụ thể.

Bộ phận học mô hình dự đoán 111 xuất ra thông tin mô hình dự đoán được mô tả có dựa vào Fig.10. Các mô hình dự đoán được xuất ra bởi bộ phận học mô hình dự đoán 111, như được mô tả có dựa vào thông tin kiểu 1006, được phân loại thành hai loại bao gồm các mô hình dự đoán khu vực cụ thể mà có thể được áp dụng vào chỉ khu vực cụ thể và các mô hình dự đoán chung mà có thể áp dụng được vào nhiều khu vực bằng cách thay thế các giá trị trong khu vực được mô tả trên đây.

Ví dụ, mô hình dự đoán mà ID mô hình dự đoán của nó là E4A332 được thể hiện trên Fig.10 là mô hình dự đoán khu vực cụ thể. Như là ví dụ cụ thể về công thức dự đoán của mô hình dự đoán khu vực cụ thể, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 sử dụng công thức dự đoán sau đây chẳng hạn. Trong phần mô tả sau đây, các công thức từ (1a) đến (1c) sẽ được gọi chung là các công thức (1).

$$L(t) = L_0 + k \times t \dots (1a)$$

$$L_h(t) = L(t) + Dh_0 + m_h \times t \dots (1b)$$

$$L_l(t) = L(t) - DI_0 - m_l \times t \dots (1c)$$

trong đó

$L(t)$ là giá trị mong muốn của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h],

L_0 là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

$L_h(t)$ là giá trị cao của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h],

Dh_0 là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

$L_l(t)$ là giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h],

DI_0 là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

k , m_h và m_l là các hệ số dương, và

t là số ngày đã trôi qua.

Ví dụ, mô hình dự đoán mà ID mô hình dự đoán của nó là E3AGE được thể hiện trên Fig.10 là mô hình dự đoán chung. Như một ví dụ cụ thể về công thức dự đoán của mô hình dự đoán chung, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 sử dụng công thức dự đoán sau đây chẳng hạn. Trong phần mô tả sau đây, các công thức từ (2a) đến (2c) sẽ được gọi chung là các công thức (2).

$$L(t, x) = L_0(x) + k(x) \times t \dots (2a)$$

$$L_h(t, x) = L(t, x) + Dh_0 + m_h \times t \dots (2b)$$

$$L_l(t, x) = L(t, x) - DI_0 - m_l \times t \dots (2c)$$

[Công thức 1]

$$L_o(x) = \exp(\alpha_o + \sum_s \alpha_s \times x_s) \dots (2d)$$

[Công thức 2]

$$k(x) = \exp(\beta_o + \sum_s \beta_s \times x_s) \dots (2e)$$

trong đó

$L(t, x)$ là giá trị mong muốn của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h],

$L0(x)$ là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

$Lh(t, x)$ là giá trị cao của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h],

$Dh0$ là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

$LI(t, x)$ là giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán [theo m^3/h]

$DI0$ là giá trị ban đầu (ngay sau khi sửa chữa rò rỉ) của nó [theo m^3/h],

α_o , β_o , α_s và β_s là hệ số,

$k(x)$, m_h và m_1 là các hệ số dương,

s là chỉ số của các biến số giải thích,

x_s là các chỉ số của các biến số giải thích,

x là biến số giải thích của tất cả các biến số giải thích, và

t là số ngày đã trôi qua.

Đối với s , các chỉ số của tất cả các biến số giải thích được lấy.

Đối với các biến số giải thích của các mô hình dự đoán chung được xử lý bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101, bất kỳ bộ chỉ báo mong muốn nào mà có thể được tính toán từ thông tin được lưu trữ trong bộ nhớ thông tin đường ống 121, bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 có thể được sử dụng, như số trường hợp sửa chữa rò rỉ trong khu vực thích hợp, số trường hợp sửa chữa rò rỉ được phát hiện không phải bởi việc điều tra rò rỉ mà bởi thông báo (số trường hợp sửa chữa rò rỉ được thông báo), số lượng ống dịch vụ nước trong khu vực, và số lượng và chiều dài kết hợp của các ống đang phục vụ lâu nhất, ví dụ các ống ba mươi năm hoặc lâu hơn.

Nếu một tập hợp các biến số giải thích khác được sử dụng ngay cả nếu cùng một công thức dự đoán (2) như trên được sử dụng, thì thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 sẽ sử dụng chúng như là một mô hình dự đoán khác. Để bổ sung, các mô hình dự đoán chung sẽ được ghi trong bộ nhớ mô hình dự đoán 131 có thể bao gồm không chỉ các mô hình được xuất ra bởi bộ phận học mô hình dự

đoán 111 mà còn các mô hình dự đoán chung được bổ sung tự nguyện bởi người sử dụng thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101.

Ví dụ, mô hình dự đoán chung được học trong khu vực không được bao trùm bởi việc phác họa lịch biểu bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 có thể được lưu trữ vào bộ nhớ mô hình dự đoán 131 từ trước, và bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 có thể sử dụng mô hình dự đoán chung đó để dự đoán lượng rò rỉ trong khu vực được bao trùm bởi việc phác họa lịch biểu bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101. Mô hình dự đoán chung được bổ sung tự nguyện cũng có thể cố định mô hình liên quan đến giá trị mong muốn, và bộ phận học mô hình dự đoán 111 có thể được khiến cho học các hệ số liên quan đến tính bất định, cụ thể là trong trường hợp công thức dự đoán (2) chỉ có Dh_0 , DI_0 , mh và ml .

Fig.11 thể hiện thông tin lập lịch điều tra rò rỉ được lập bảng 1100 sẽ được ghi trong bộ nhớ lập lịch điều tra rò rỉ 132. Việc lập lịch điều tra rò rỉ, như đã được mô tả, là để xác định trình tự thực hiện việc điều tra rò rỉ trong nhiều khu vực. Ví dụ, ngoài việc xác định trình tự thực hiện, chu kỳ thực hiện việc điều tra rò rỉ trong mỗi khu vực riêng biệt có thể được xác định. Tuy nhiên, một số khu vực có thể là ngoại lệ đối với việc điều tra rò rỉ. Thông tin lập lịch điều tra rò rỉ 1100 được dùng để xác định chu kỳ thực hiện việc điều tra rò rỉ trong mỗi khu vực, và chỉ báo đối với mỗi khu vực được chỉ báo bởi thông tin ID khu vực 1101 mà nằm ngoài các chu kỳ được lập lịch từ 1102 đến 1104 việc điều tra rò rỉ cần được thực hiện.

Ví dụ, Fig.11 thể hiện rằng việc điều tra rò rỉ sẽ được thực hiện ba lần theo lịch biểu ba năm trong khu vực 331, cụ thể là trong chu kỳ điều tra 1111, chu kỳ điều tra 1112 và chu kỳ điều tra 1113, và hai lần trong khu vực 332, cụ thể là trong chu kỳ điều tra 1121 và chu kỳ điều tra 1122. Thông tin lập lịch điều tra rò rỉ 1100 lưu trữ lịch biểu điều tra này cho mỗi khu vực được bao trùm bởi lịch biểu.

Fig.12 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận học mô hình dự đoán 111. Trên Fig.12, có lưu đồ hoạt động trong đó bộ phận học mô hình dự đoán 111 thực hiện các việc trích trên cơ sở thông tin gắn liền với mỗi khu vực được ghi, tiến hành thêm việc học để tạo ra mô hình dự đoán và truyền mô hình được tạo ra đến bộ nhớ mô hình dự đoán 131. Ở bước bắt đầu 1200, bộ phận học mô hình dự đoán 111 bắt đầu xử lý.

Ở bước nhận 1201 đối với thông tin được nhập, bộ phận học mô hình dự đoán 111 nhận thông tin đường ống được lưu trữ trong bộ nhớ thông tin đường ống 121 và thông tin điều tra và sửa chữa được lưu trữ trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 và thông tin lượng rò rỉ trong mỗi khu vực từ bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110.

Ở bước trích khu phân phối nước 1202, bộ phận học mô hình dự đoán 111 trích một khu phân phối nước (khu vực), mà nguồn của việc học đối với mô hình dự đoán khu vực cụ thể. Tuy nhiên, bộ phận học mô hình dự đoán 111 trích chỉ khu vực của chúng trong đó xu hướng của lượng rò rỉ quá khứ được ước lượng bởi bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110.

Ở bước học mô hình dự đoán khu vực cụ thể 1203, bộ phận học mô hình dự đoán 111 học các mô hình dự đoán khu vực cụ thể đối với các khu vực được trích.

Để học mô hình dự đoán khu vực cụ thể có công thức dự đoán (1) như là công thức dự đoán của nó, bộ phận học mô hình dự đoán 111 tính toán giá trị ban đầu L_0 và hệ số k mà tái tạo dữ liệu thực tế của lượng rò rỉ 801 trong suốt chu kỳ làm việc ngăn chặn 811 và chu kỳ làm việc ngăn chặn 812 trên Fig.8 được nhận từ bộ phận ước lượng lượng rò rỉ 110. Đối với việc tính toán này, kỹ thuật đã biết như bình phương tối thiểu có thể được sử dụng.

Ngoài ra, bộ phận học mô hình dự đoán 111 có thể xác định, như là kỹ

thuật để xác định các giá trị ban đầu Dh_0 và DI_0 và các hệ số m_h và m_l bằng cách sử dụng công thức dự đoán (1a) được tính toán như được mô tả trên đây chẳng hạn, các giá trị ban đầu Dh_0 và DI_0 nhỏ nhất và các hệ số m_h và m_l nằm trong phạm vi trong đó dữ liệu thực tế nằm giữa giá trị cao $L_h(t)$ và giá trị thấp $L_l(t)$ mà không nằm ngoài.

Ở bước xác định 1204, bộ phận học mô hình dự đoán 111 xác định đối với mọi khu vực trong đó có thể học liệu việc học về các mô hình dự đoán khu vực cụ thể đã được thực hiện hay chưa. Nếu có bất kỳ khu vực nào trong đó việc học như vậy chưa được thực hiện, thì việc xử lý quay trở lại bước trích khu phân phối nước 1202. Khi việc học đã được hoàn tất đối với mọi khu vực trong đó việc học như vậy là có thể, việc xử lý chuyển sang bước trích mô hình dự đoán chung 1205.

Ở bước trích mô hình dự đoán chung 1205, bộ phận học mô hình dự đoán 111 trích một mô hình dự đoán chung để học.

Ở bước trích mô hình dự đoán khu vực cụ thể 1206, bộ phận học mô hình dự đoán 111 trích mọi khu vực trong đó các tập hợp của các biến số giải thích sẽ được sử dụng bởi các mô hình dự đoán chung sẽ được học có thể được tính toán, và trích mô hình dự đoán khu vực cụ thể đối với khu vực thích hợp trong số các mô hình này.

Vì bản chất của dịch vụ nước thành phố mà thường sử dụng các đường ống được lắp đặt ngầm hàng thập kỷ, nên bộ nhớ thông tin đường ống 121 và bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122 không lưu trữ tất cả thông tin về mọi đường ống. Vì lý do này, trong một số khu vực, thông tin cần thiết để tính toán các biến số giải thích cụ thể không được lưu trữ, và do đó không thể tính toán đối với một số biến số giải thích cụ thể. Đối với vấn đề này, ở bước trích mô hình dự đoán khu vực cụ thể 1206, bộ phận học mô hình dự đoán 111 trích chỉ các khu vực trong đó mọi tập hợp các biến số giải thích cần được tính toán và các mô hình dự đoán khu

vực cụ thể của chúng.

Ở bước học mô hình dự đoán chung 1207, bộ phận học mô hình dự đoán 111 tiến hành học các mô hình dự đoán chung được trích. Việc học các hệ số mà xác định các mô hình dự đoán chung được thực hiện trên cơ sở các hệ số của các mô hình dự đoán khu vực cụ thể được trích. Phần mô tả sau đây giả sử việc sử dụng công thức (2) như là công thức dự đoán đối với các mô hình dự đoán chung và việc sử dụng công thức (1) như là công thức dự đoán đối với mỗi mô hình dự đoán khu vực cụ thể.

Chỉ số đối với khu vực được trích và các mô hình dự đoán khu vực cụ thể được đặt là p , các hệ số của công thức dự đoán (1) đối với mỗi mô hình dự đoán khu vực cụ thể, là $L0p$, kp , $Dh0p$, $DI0p$, mhp và mlp , và các giá trị được dự đoán, là $Lp(t)$, $Lhp(t)$ và $Llp(t)$. Giá trị của chỉ số s trong khu vực p của các biến số giải thích sẽ được biểu diễn là xsp , và của các biến số giải thích trong khu vực p , biểu diễn chung là xp .

Lúc này, bộ phận học mô hình dự đoán 111 tính toán các hệ số α_0 , β_0 , α_s và β_s để cho phép các công thức (2d) và (2e) để biểu diễn các hệ số $L0p$ và kp của các mô hình dự đoán khu vực cụ thể. Đối với việc tính toán này, giải pháp đã biết có thể được sử dụng, như phương pháp bình phương tối thiểu chẳng hạn. Hơn nữa, bộ phận học mô hình dự đoán 111, sử dụng công thức dự đoán (2a) như được mô tả trên đây, xác định các hệ số $Dh0$, $DI0$, mh và ml nhỏ nhất để cho phép hai công thức sau đây không đổi mọi khu vực p .

$$Lh(t, xp) \geq Lhp(t)$$

$$Ll(t, xp) \geq Llp(t)$$

Ở bước xác định 1208, bộ phận học mô hình dự đoán 111 xác định liệu việc học đã được thực hiện cho mọi mô hình dự đoán chung hay chưa. Nếu có mô hình dự đoán chung bất kỳ mà việc học chưa được thực hiện, thì việc xử lý quay

trở lại bước trích mô hình dự đoán chung 1205. Nếu việc học đã được thực hiện đối với mọi mô hình dự đoán chung, thì việc xử lý chuyển sang bước truyền 1209 đối với thông tin được xuất ra. Ở bước truyền 1209 đối với thông tin được xuất ra, bộ phận học mô hình dự đoán 111 truyền thông tin về mô hình dự đoán được học đến bộ nhớ mô hình dự đoán 131. Ở bước kết thúc 1210, bộ phận học mô hình dự đoán 111 kết thúc việc xử lý.

Fig.13 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112. Fig.13 thể hiện lưu đồ hoạt động trong đó bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 dự đoán lượng rò rỉ tương lai trên cơ sở các mô hình dự đoán, chọn thông tin lượng rò rỉ được dự đoán theo mô hình dự đoán với chênh lệch nhỏ nhất giữa các giá trị cao và thấp, và truyền lựa chọn này đến bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 và bộ phận hiển thị khung 174. Ở bước bắt đầu 1300, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 bắt đầu xử lý.

Ở bước nhận 1301 đối với thông tin được nhập, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 nhận từ bộ nhớ mô hình dự đoán 131 thông tin mô hình dự đoán được chuẩn bị bởi lưu đồ trên Fig.12. Hơn nữa, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 nhận theo yêu cầu từ bộ nhớ thông tin đường ống 121, bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122, v.v., thông tin cần để tính toán các biến số giải thích trong mỗi khu vực.

Ở bước trích khu phân phối nước 1302, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 trích một khu phân phối nước (khu vực), mà cần là đối tượng của việc dự đoán lượng rò rỉ. Ở bước trích mô hình dự đoán 1303, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 trích từ thông tin mô hình dự đoán nhận được tất cả các mô hình dự đoán áp dụng được vào khu vực được trích.

Ở bước dự đoán 1304 sử dụng các mô hình dự đoán chung, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 dự đoán lượng rò rỉ trong các khu vực được trích bằng cách sử dụng mỗi mô hình dự đoán chung trong số các mô hình dự đoán được trích. Ở

đây, việc dự đoán lượng rò rỉ bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 sử dụng các mô hình dự đoán chung có nghĩa là việc tính toán đối với các khu vực mà từ đó các giá trị của các biến số giải thích được yêu cầu đã được trích và ghép các giá trị được tính toán của các biến số giải thích vào các mô hình dự đoán chung, cụ thể là việc xử lý để tính toán giá trị mong muốn, giá trị cao và giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán được thể hiện trên Fig.9.

Ở bước xác định 1305, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 xác định liệu có mô hình dự đoán khu vực cụ thể bất kỳ áp dụng được vào các mô hình dự đoán được trích hay không. Nếu có, việc xử lý chuyển sang bước dự đoán 1306 sử dụng mô hình dự đoán khu vực cụ thể, hoặc nếu không, sang bước lựa chọn 1307 đối với các kết quả dự đoán.

Ở bước dự đoán 1306 sử dụng mô hình dự đoán khu vực cụ thể, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 dự đoán lượng rò rỉ trong các khu vực được trích bằng cách sử dụng mô hình dự đoán khu vực cụ thể. Việc dự đoán lượng rò rỉ ở đây có nghĩa là, như trong trường hợp các mô hình dự đoán chung, việc xử lý để tính toán giá trị mong muốn, giá trị cao và giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán được thể hiện trên Fig.9.

Ở bước lựa chọn 1307 đối với các kết quả dự đoán, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 so sánh các kết quả dự đoán lượng rò rỉ sử dụng mỗi mô hình dự đoán được trích, chọn mô hình dự đoán với chênh lệch nhỏ nhất giữa các giá trị cao và thấp, và chấp nhận thông tin lượng rò rỉ được dự đoán theo mô hình dự đoán được chọn như là thông tin lượng rò rỉ được dự đoán đối với khu vực thích hợp.

Ở bước xác định 1308, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 xác định liệu việc dự đoán đã được xử lý hay chưa đối với việc dự đoán lượng rò rỉ đối với mọi khu vực. Nếu có khu vực bất kỳ mà việc dự đoán chưa được xử lý, thì việc xử lý quay

trở lại bước trích khu phân phối nước 1302. Khi mọi khu vực đã được xử lý đối với việc dự đoán, việc xử lý chuyển sang bước truyền 1309 đối với thông tin được xuất ra.

Ở bước truyền 1309, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 truyền thông tin dự đoán lượng rò rỉ được tính toán đến bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 và bộ phận hiển thị khung 174. Ở bước kết thúc 1310, bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 kết thúc việc xử lý.

Nếu bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 tìm thấy các mô hình dự đoán áp dụng được vào khu vực đã biết, lượng rò rỉ dự đoán với ít tính bất định có thể được tạo ra bằng cách xuất ra thông tin lượng rò rỉ được dự đoán theo mô hình dự đoán với chênh lệch nhỏ nhất giữa các giá trị cao và thấp ở bước dự đoán 1306 sử dụng bước mô hình dự đoán khu vực cụ thể.

Để bổ sung, nếu việc khôi phục đường ống được lập lịch trong suốt chu kỳ mà việc phác họa lập lịch điều tra rò rỉ áp dụng vào, thì bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 có thể xét đến việc khôi phục trong khi xử lý của nó. Ví dụ, nếu việc khôi phục đường ống sẽ ảnh hưởng đến các kết quả tính toán của các biến số giải thích đối với khu vực, việc dự đoán theo mô hình dự đoán chung sử dụng các kết quả tính toán của các biến số giải thích dựa trên thông tin sau khi việc khôi phục đường ống có thể được xuất ra trong chu kỳ sau khi khôi phục.

Fig.14 là lưu đồ xử lý bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113. Fig.14 thể hiện lưu đồ hoạt động cho đến khi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 truyền đến bộ nhớ lập lịch điều tra 132 thông tin lập lịch điều tra rò rỉ được tính toán cùng với việc xét đến vấn đề tối ưu hóa toán học ở bước bắt đầu 1400, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 bắt đầu xử lý.

Ở bước nhận 1401 đối với thông tin được nhập, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 nhận từ bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 thông tin dự đoán

lượng rò rỉ trên mỗi khu vực được chuẩn bị bởi lưu đồ trên Fig.13, và cũng nhận thông tin chi phí từ bộ nhớ thông tin chi phí 125.

Ở bước tạo cấu hình 1402 đối với vấn đề tối ưu hóa, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 tạo cấu hình vấn đề tối ưu hóa toán học khi phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ. Ràng buộc với vấn đề tối ưu hóa toán học được tạo cấu hình bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 bao gồm, thứ nhất, giới hạn mà tổng số lượng khu vực điều tra rò rỉ đồng thời không lớn hơn số lượng đội điều tra rò rỉ định trước trong phần chu kỳ bất kỳ mà lịch biểu áp dụng vào và, thứ hai, chu kỳ thực hiện điều tra rò rỉ trong một khu vực bất kỳ sẽ được đảm bảo liên tục trong toàn bộ thời gian cần để điều tra rò rỉ của khu vực thích hợp. Điều thứ nhất xét đến chi phí cá nhân, và điều thứ hai, hiệu suất của công việc.

Hơn nữa, hàm mục tiêu mà tối thiểu hóa vấn đề tối ưu hóa toán học được tạo cấu hình bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 có thể là điều cần xem xét chẳng hạn, tổng của cả chi phí được ước lượng để điều tra rò rỉ và tính bất định được ước lượng của việc dự đoán lượng rò rỉ gắn liền với chi phí rò rỉ. Trường hợp cụ thể của vấn đề tối ưu hóa toán học được tạo cấu hình bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 sẽ được mô tả dưới đây. Chỉ số a cho các khu vực và chỉ số cho mỗi tháng của chu kỳ được lập lịch (ba năm chẳng hạn) sẽ được sử dụng làm các ký hiệu.

Trong trường hợp cụ thể xác định chu kỳ thực hiện điều tra rò rỉ trong mỗi khu vực trong suốt chu kỳ được lập lịch để lập lịch điều tra rò rỉ, các biến số quyết định chính là các biến số nhị phân $y_{\{a, t\}}$, mà lấy giá trị 1 được sử dụng cho chỉ tháng t để bắt đầu việc điều tra rò rỉ của khu vực a và 0 cho các tháng khác.

Để xác định các biến số nhị phân $y_{\{a, t\}}$, mà lấy giá trị 1 được sử dụng cho chỉ tháng t để bắt đầu việc điều tra rò rỉ của khu vực a và 0 cho các tháng khác, sự ràng buộc sau đây đạt được như là quan hệ giữa $y_{\{a, t\}}$ và $z_{\{a, t\}}$.

[Công thức 3]

$$z_{a,t} = \sum_{n=1}^{l_a} y_{a,t-n+1}$$

trong đó

l_a là số lượng tháng (số nguyên dương) được lấy để thực hiện điều tra rò rỉ của khu vực a. Công thức ràng buộc này đảm bảo rằng, như là thời gian để thực hiện điều tra rò rỉ trong khu vực đã biết, chu kỳ liên tục có thể được đảm bảo mà không có sai sót miễn là cần để hoàn tất việc điều tra rò rỉ của toàn bộ khu vực thích hợp.

Sự ràng buộc về tổng số khu vực trong đó việc điều tra rò rỉ đồng thời được thực hiện có thể được biểu diễn là:

[Công thức 4]

$$\sum_a z_{a,t} \leq T$$

trong đó

T là số lượng (số nguyên dương) đội điều tra rò rỉ.

Hàm mục tiêu để tối thiểu hóa vấn đề tối ưu hóa toán học được tạo cấu hình bởi bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 có thể là, ví dụ, tổng chi phí bao gồm tổng chi phí rò rỉ và chi phí điều tra, đối với biểu thức mà giá trị được dự đoán của nó CS của chi phí điều tra và giá trị được dự đoán CW của chi phí rò rỉ được sử dụng.

$$F = CW + CS$$

Ở đây, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113, sử dụng chi phí điều tra rò rỉ C_a cho khu vực a được ghi trong bộ nhớ thông tin chi phí 125, được tính toán là, ví dụ:

[Công thức 5]

$$CS = \sum_a C_a \sum_t y_{a,t} \dots (3)$$

Mặt khác, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 tính toán chi phí rò rỉ được dự đoán CW trên cơ sở cả hai giá trị mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định được dự đoán của nó.

Ví dụ, các thông số thể hiện tính bất định giữa các giá trị cao và thấp được tính toán cho lượng rò rỉ được dự đoán trong mỗi khu vực được thiết lập, và việc ước lượng được thực hiện đối với quan hệ giữa các thông số và chi phí rò rỉ. Chi phí rò rỉ tối đa mà các thông số lấy các giá trị ngẫu nhiên trong tập hợp tính bất định định trước được tính toán.

Cụ thể hơn là,

[Công thức 6]

Việc tính toán được thực hiện theo

$$CW = w \max_{|\delta| \leq 1} \sum_a \sum_t \left[(1 - \delta_a) Lh_a(t; \{y_{a,\tau}\}_\tau) + (1 + \delta_a) Ll_a(t; \{y_{a,\tau}\}_\tau) \right] / 2 \dots (4)$$

trong đó w là chi phí giới hạn tính trên đơn vị lượng nước rò rỉ được lưu trữ trong bộ nhớ thông tin chi phí 125,

$Lh_a(t; \{y_{a,\tau}\})$ là giá trị cao của lượng rò rỉ được dự đoán trong tháng t nơi mà biến số quyết định $y_{a,t}$ được định trước, và

$Ll_a(t; \{y_{a,\tau}\})$ là giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán trong tháng t nơi mà biến số quyết định $y_{a,t}$ được định trước.

Ở đây, δ_a là thông số thể hiện tính bất định trong khu vực a, và tập hợp bất định của các thông số được coi như là tập hợp trong đó vector δ bao gồm các thông số mảng δ_a trong tất cả các khu vực được sử dụng và quy định của δ là không lớn hơn 1.

Hơn nữa, Lh_a và Ll_a được tính toán cụ thể từ các giá trị cao và thấp của lượng rò rỉ được nhận từ bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 và được xác định bởi

chiều dài của thời gian trôi qua sau khi điều tra rò rỉ và sửa chữa, thời điểm điều tra rò rỉ và sửa chữa cuối cùng trước chu kỳ lập lịch điều tra rò rỉ được lưu trữ trong bộ nhớ lịch sử điều tra và sửa chữa 122, và thời điểm thực hiện điều tra rò rỉ và sửa chữa trong suốt chu kỳ lập lịch điều tra rò rỉ được xác định bởi các biến số quyết định.

Ở bước giải quyết 1403 đối với vấn đề tối ưu hóa, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 xử lý giải quyết vấn đề tối ưu hóa được tạo cấu hình ở bước tạo cấu hình 1402 đối với vấn đề tối ưu hóa, và bao trùm giải pháp tối ưu thu được vào thông tin lập lịch điều tra rò rỉ. Đối với giải pháp xử lý, kỹ thuật đã biết như metaheuristics bao gồm thuật toán chung hoặc phương pháp nhánh và cận có thể được áp dụng.

Ở bước truyền 1404 đối với thông tin được xuất ra, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 truyền thông tin lập lịch điều tra rò rỉ được tính toán đến bộ nhớ lập lịch điều tra 132. Ở bước kết thúc 1405, bộ phận phác họa lịch biểu điều tra 113 kết thúc việc xử lý.

Lưu ý bổ sung sẽ được thực hiện trên giá trị được dự đoán CW của chi phí rò rỉ. Nói chung, việc lập lịch điều tra rò rỉ đạt được bằng cách sử dụng chi phí rò rỉ về cơ bản dựa trên giá trị mong muốn của lượng rò rỉ được dự đoán như là hàm mục tiêu của vấn đề tối ưu hóa toán học làm cho chi phí (giá trị hàm mục tiêu của vấn đề tối ưu hóa toán học) tồi hơn đáng kể so với việc ước lượng vào thời điểm lập lịch nếu lượng rò rỉ thực tế lệch khỏi lượng rò rỉ được dự đoán.

Chi phí rò rỉ về cơ bản dựa trên giá trị mong muốn là hàm mục tiêu sử dụng CWA được xác định bởi công thức sau.

[Công thức 7]

$$CWA = w \sum_a \sum_t L_a(t; \{y_{a,\tau}\}_\tau) \quad \dots \quad (5)$$

trong đó

$L_a(t: \{y_{\{a, \tau\}}\})$ là lượng rò rỉ được dự đoán trong khu vực a trong tháng t trong đó biến số quyết định $y_{\{a, t\}}$ được định trước.

Như dự đoán về lượng rò rỉ luôn luôn bao hàm tính bất định, chi phí trong trường hợp áp dụng việc lập lịch điều tra rò rỉ giá trị mong muốn gần như chắc chắn là lớn hơn hàm mục tiêu của giải pháp tối ưu của vấn đề tối ưu hóa toán học. Đối với nhược điểm này, khái niệm tối ưu hóa thô được áp dụng vào giá trị được dự đoán CW trên đây, và chi phí trong trường hợp xảy ra lỗi đánh máy trong lượng rò rỉ được dự đoán được tính toán. Bằng cách phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ bằng cách sử dụng giá trị được ước lượng như vậy, chi phí nảy sinh khi áp dụng thực tế việc lập lịch điều tra rò rỉ có thể được mong đợi chứng minh là nhỏ hơn so với khi giá trị được ước lượng về cơ bản dựa trên giá trị mong muốn của lượng rò rỉ được dự đoán được sử dụng.

Giá trị được dự đoán CW của chi phí rò rỉ không bị giới hạn ở phần được mô tả trên đây. Ví dụ, chi phí trong khu vực nơi mà tính bất định là đáng kể có thể bị tăng nhiều hơn khi tính toán chi phí rò rỉ. Ngoài ra, cấu hình của vấn đề tối ưu hóa toán học không bị giới hạn ở phần mô tả trên đây. Ví dụ, sự ràng buộc bao gồm giới hạn trên định trước của chi phí điều tra được thiết lập, và giá trị được dự đoán của chi phí rò rỉ có thể được sử dụng làm hàm mục tiêu để tối thiểu hóa. Như là hàm mục tiêu đối với vấn đề tối ưu hóa toán học, chi phí rò rỉ theo công thức 5 có thể được sử dụng, và chi phí rò rỉ theo công thức 4 chỉ có thể được tính toán.

Fig.15 thể hiện việc hiển thị khung bởi bộ phận hiển thị khung 174 liên quan đến việc lập lịch điều tra rò rỉ. Khung hiển thị lập lịch điều tra rò rỉ 1501 mà bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện trên bộ hiển thị hoặc loại tương tự có phần chỉ báo cụm phân phối nước 1502, phần chỉ báo chi phí 1503 và phần chỉ báo lập lịch điều tra rò rỉ được lập bảng 1504.

Bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện trong phần chỉ báo cụm phân phối nước 1502 mạng đường ống nước, các cụm phân phối nước, các khu vực, v.v., trên bản đồ kết hợp với GIS liên quan đến các khu vực mà được bao trùm bằng cách phác họa lịch biểu bởi thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101. Trong ví dụ này, cụm phân phối nước 331 và cụm phân phối nước 332 được thể hiện.

Bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện trong phần chỉ báo chi phí 1503 kết quả của việc ước lượng chi phí bằng cách lập lịch điều tra rò rỉ. Trong hàng chi phí điều tra 1541, chi phí của việc điều tra rò rỉ được tính toán bằng công thức (3) được thể hiện chẳng hạn. Trong hàng chi phí tổn hao 1542, tổng của các chi phí rò rỉ được tính toán bằng công thức (4) được thể hiện chẳng hạn. Trong hàng toàn bộ chi phí 1543, tổng toàn bộ chi phí điều tra và chi phí tổn hao được thể hiện.

Trong hàng chi phí thô 1532, tổng chi phí được đánh giá được thể hiện, với tính bất định của việc dự đoán được xem xét. Ví dụ, để đánh giá chi phí tổn hao, giá trị được tính toán bằng công thức (4) được thể hiện. Trong hàng chi phí trung bình 1533 mặt khác, kết quả của việc đánh giá chi phí lập lịch điều tra rò rỉ trong trường hợp sử dụng giá trị được dự đoán trung bình (giá trị mong muốn) được hiển thị. Khi ước lượng chi phí tổn hao chẳng hạn, giá trị được tính toán bằng công thức (5), thay vì bởi công thức (4), được thể hiện.

Bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện trong phần chỉ báo lập lịch điều tra rò rỉ được lập bảng 1504 bảng lập lịch điều tra rò rỉ như trong trường hợp Fig.11.

Fig.16 thể hiện việc hiển thị khung bởi bộ phận hiển thị khung 174 liên quan đến các kết quả dự đoán lượng rò rỉ. Fig.16 là hình vẽ thể hiện việc hiển thị khung bởi bộ phận hiển thị khung 174 liên quan đến kết quả của việc dự đoán lượng rò rỉ. Khung hiển thị dự đoán rò rỉ 1601 được hiển thị bởi bộ phận hiển thị khung 174 có bộ hiển thị cụm phân phối nước 1502, bộ hiển thị dự đoán rò rỉ được lập bảng 1603 và bộ hiển thị dự đoán nước rò rỉ đồ họa 1604.

Bộ phận hiển thị khung 174 thể hiện ở dạng bảng trong bộ hiển thị dự đoán rò rỉ được lập bảng 1603 xu hướng của việc dự đoán lượng rò rỉ bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112. Trong cột thông tin khu vực 1631, ID khu vực của đối tượng dự đoán được thể hiện. Trong cột giá trị được dự đoán trung bình 1632, giá trị mong muốn của lượng rò rỉ được dự đoán được thể hiện. Trong cột giá trị được dự đoán cao 1633, giá trị cao của lượng rò rỉ được dự đoán được thể hiện. Trong cột giá trị được dự đoán thấp 1633, giá trị thấp của lượng rò rỉ được dự đoán được thể hiện. Khi người sử dụng thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 tác động để thay đổi thời điểm của đối tượng được hiển thị, bộ phận hiển thị khung 174 thay đổi thời điểm của đối tượng được hiển thị thành thời gian hiện thời (thời điểm dự đoán) hoặc tương lai được chỉ định.

Bộ phận hiển thị khung 174, trong bộ hiển thị dự đoán nước rò rỉ đồ họa 1604 của nó, thể hiện bằng đồ họa xu hướng của việc dự đoán lượng rò rỉ bởi bộ phận dự đoán lượng rò rỉ 112 như trên Fig.9. Để bổ sung, đường thẳng đứng 1650 biểu thị điểm phác họa (thời điểm hiện tại) lập lịch điều tra rò rỉ; quá khứ được thể hiện ở bên trái của đường thẳng đứng 1650, và kết quả của việc dự đoán lượng rò rỉ quá khứ được thể hiện ở bên phải của đường thẳng đứng 1650. Khi người sử dụng thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 tác động để thay đổi khu vực của đối tượng được hiển thị, bộ phận hiển thị khung 174 cũng thay đổi bộ hiển thị để thể hiện kết quả của việc dự đoán lượng rò rỉ đối với khu vực được chỉ định.

Để bổ sung, khu vực mà thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 dự đoán lượng rò rỉ hoặc phác họa lịch biểu điều tra không cần phải là tất cả các khu vực của mạng đường ống nước mà hành động thích hợp được áp dụng. Ví dụ, lịch biểu điều tra có thể bao trùm chỉ một số khu vực trong khi việc dự đoán được thực hiện đối với tất cả các khu vực.

Như được mô tả trên đây, thiết bị phác họa lịch biểu điều tra rò rỉ 101 như

được tạo cấu hình theo cách trên đây có thể phác họa các lịch biểu điều tra rò rỉ với hiệu quả về chi phí cao với các tài nguyên sẵn có giới hạn ngay cả khi có tính bất định đối với các sự rò rỉ.

Mặc dù phương án được mô tả trên đây được dự định cho lịch biểu điều tra liên quan đến sự rò rỉ từ mạng dịch vụ nước, nhưng sáng chế cũng có thể được làm thích ứng để lập lịch bảo trì các công trình phi nước, như phác họa lịch biểu điều tra đối với sự rò rỉ đường ống khí.

Hơn nữa, sáng chế không bị giới hạn ở phương án được mô tả trên đây, mà bao gồm các cải biến khác nhau. Ví dụ, phương án trên đây đã được mô tả chi tiết để hỗ trợ hiểu rõ hơn về sáng chế, mà không cần giới hạn ở cái nào có tất cả các dấu hiệu cấu hình được mô tả trên đây.

Hơn nữa, các dấu hiệu cấu hình, các chức năng, các bộ xử lý và các phương tiện xử lý nêu trên cũng có thể được thực hiện một phần hoặc toàn bộ bằng phần cứng, ví dụ, bằng cách thiết kế chúng trong các mạch tích hợp. Ngoài ra, các dấu hiệu cấu hình, các chức năng và các khía cạnh khác trên đây cũng có thể được thực hiện bằng phần mềm bằng cách khiến cho bộ xử lý biên dịch và thực hiện các chương trình để thực hiện các chức năng tương ứng. Thông tin bao gồm các chương trình, các bảng và các tệp để thực hiện các chức năng đó có thể được lưu trữ trong các thiết bị ghi như bộ nhớ, đĩa cứng hoặc các ổ bán dẫn (solid state drives - SSDs) hoặc phương tiện ghi như các thẻ IC, các thẻ SD hoặc các DVD.

Ngoài ra, chỉ các cách điều khiển đó và các loại thông tin được xem là cần thiết để mô tả có hiệu quả được thể hiện, mà không phải tất cả các thành phần có trong sản phẩm được thể hiện. Đối với các mục đích thực tế, điều có thể được xem xét là hầu như tất cả các thành phần cấu hình được nối với nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ, phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ để bao gồm nhiều khu vực mà mạng đường ống nước được phân chia thành, thiết bị này bao gồm:

bộ phận thu thập thông tin đo dùng để thu thập thông tin đo có liên quan đến các lưu lượng nước từ lưu lượng kế được lắp trên mạng đường ống nước và các thiết bị đo khác;

bộ nhớ lưu lượng tiêu thụ nước dùng để lưu trữ thông tin về các lưu lượng tiêu thụ nước trong các khu vực;

bộ phận ước lượng rò rỉ dùng để ước lượng các lượng rò rỉ nước trong các khu vực dựa trên thông tin đo và thông tin lưu lượng tiêu thụ nước;

bộ nhớ thông tin đường ống dùng để tích lũy thông tin đường ống bao gồm thông tin chiều dài trên mạng đường ống nước trong các khu vực;

bộ nhớ thông tin điều tra và sửa chữa dùng để tích lũy thông tin điều tra và sửa chữa bao gồm thời điểm thực hiện điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống trong các khu vực;

bộ phận học mô hình dự đoán dùng để tạo thông tin mô hình dự đoán để dự đoán xu hướng của các lượng rò rỉ nước trong các khu vực dựa trên ít nhất một thông tin trong số thông tin lưu lượng rò rỉ, thông tin đường ống và thông tin điều tra và sửa chữa;

bộ phận dự đoán lượng rò rỉ dùng để tạo thông tin lượng rò rỉ được dự đoán trong các khu vực dựa trên thông tin mô hình dự đoán; và

bộ phận phác họa lịch biểu điều tra dùng để phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ mà quy định trình tự thực hiện các điều tra rò rỉ trong các khu vực dựa trên thông tin lượng rò rỉ được dự đoán,

trong đó bộ phận dự đoán lượng rò rỉ tạo các dự đoán về cả trị số mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của trị số mong muốn của lượng rò rỉ làm thông tin lượng rò rỉ được dự đoán; và

bộ phận phác họa lịch biểu điều tra phác họa việc lập lịch bằng cách sử dụng chi phí rò rỉ được tính toán dựa trên cả trị số mong muốn của lượng rò rỉ và

tính bất định của trị số mong muốn của lượng rò rỉ và trị số được dự đoán của chi phí điều tra.

2. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 1,

trong đó bộ phận dự đoán lượng rò rỉ tạo các dự đoán về cả trị số cao và trị số thấp của lượng rò rỉ như là các dự đoán về tính bất định của trị số mong muốn của lượng rò rỉ; và

bộ phận học mô hình dự đoán tạo công thức dự đoán để dự đoán trị số cao và trị số thấp của lượng rò rỉ và hệ số của công thức dự đoán làm thông tin mô hình dự đoán.

3. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 2,

trong đó bộ phận dự đoán lượng rò rỉ, nếu mô hình dự đoán áp dụng được cho một khu vực là khả dụng trong nhiều khu vực, chọn và tạo thông tin lượng rò rỉ được dự đoán mà hiệu số giữa trị số cao của lượng rò rỉ và trị số thấp của lượng rò rỉ là nhỏ nhất trong số các mô hình dự đoán ứng dụng được.

4. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 3,

trong đó các mô hình dự đoán của thông tin mô hình dự đoán được tạo ra bởi bộ phận học mô hình dự đoán là một loại trong số hai loại bao gồm mô hình dự đoán khu vực cụ thể áp dụng được cho một khu vực cụ thể và mô hình dự đoán chung được làm cho áp dụng được cho nhiều khu vực bằng cách thay thế các biến số giải thích của các khu vực được tính toán dựa trên thông tin mạng đường ống và thông tin điều tra và sửa chữa, và

các hệ số xác định mô hình dự đoán chung được học dựa trên các hệ số của mô hình dự đoán khu vực cụ thể được quy định từ trước đó.

5. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 4,

trong đó bộ phận phác họa lịch biểu điều tra quy định chu kỳ thực hiện điều tra rò rỉ trong mỗi khu vực trong suốt chu kỳ lập lịch do việc lập lịch điều tra rò rỉ cần được phác họa, và

bộ phận phác họa lịch biểu điều tra phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ thỏa mãn điều kiện ràng buộc thứ nhất rằng tổng số khu vực trong đó việc điều tra rò rỉ cần được thực hiện đồng thời trong mỗi phần của chu kỳ lập lịch sẽ không

lớn hơn số đội điều tra rò rỉ được quy định và điều kiện ràng buộc thứ hai rằng chu kỳ điều tra rò rỉ trong một khu vực bất kỳ sẽ được đảm bảo liên tục trong khoảng thời gian cần để hoàn thành điều tra rò rỉ trong toàn bộ khu vực thích hợp.

6. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 5,

trong đó bộ phận phác họa lịch biểu điều tra phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ để tối thiểu hóa chi phí tổng thể bao gồm tổng chi phí rò rỉ và trị số được dự đoán của chi phí điều tra.

7. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 6,

trong đó bộ phận phác họa lịch biểu điều tra, khi đánh giá chi phí rò rỉ mà là một chỉ báo trong số các chỉ báo đánh giá, thiết lập thông số thể hiện tính bất định giữa trị số cao và trị số thấp của lượng rò rỉ được dự đoán trong mỗi khu vực và thực hiện việc đánh giá có xét đến mối quan hệ giữa thông số và chi phí rò rỉ.

8. Thiết bị phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 7,

trong đó bộ phận học mô hình dự đoán sử dụng, làm các biến số giải thích dùng để sử dụng trong việc học mô hình dự đoán chung, ít nhất một mục trong số số lần sửa chữa rò rỉ trong khu vực, số lần sửa chữa rò rỉ được thông báo trong khu vực, số lượng các ống dịch vụ nước trong khu vực, số năm làm việc của ống cũ nhất trong khu vực, số lượng ống đã sử dụng trong khoảng thời gian dài, và tổng chiều dài của các ống đã sử dụng trong khoảng thời gian dài.

9. Hệ thống phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ bao gồm:

thiết bị phác họa dùng để lập lịch điều tra rò rỉ theo điểm 1;

các thiết bị đo, bao gồm lưu lượng kế, dùng để truyền thông tin đo tới thiết bị phác họa dùng để lập lịch điều tra rò rỉ; và

thiết bị đầu cuối điều tra dùng để truyền thông tin điều tra và sửa chữa, bao gồm vị trí của điểm rò rỉ bất kỳ được phát hiện bằng cách điều tra rò rỉ, tới thiết bị phác họa dùng để lập lịch điều tra rò rỉ.

10. Phương pháp phác họa để lập lịch điều tra rò rỉ, phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ trong nhiều khu vực mà mạng đường ống nước được phân chia thành, phương pháp này bao gồm các bước:

bước thu thập dùng để thu thập thông tin đo có liên quan đến các lưu

lượng nước;

bước ghi nhớ dùng để lưu trữ thông tin về các lượng tiêu thụ nước trong các khu vực;

bước ước lượng để ước lượng các lượng rò rỉ nước trong các khu vực dựa trên thông tin đo và thông tin lượng tiêu thụ nước;

bước tích lũy thông tin đường ống dùng để tích lũy thông tin đường ống bao gồm thông tin chiều dài trên mạng đường ống nước trong các khu vực;

bước tích lũy thông tin điều tra và sửa chữa dùng để tích lũy thông tin điều tra và sửa chữa bao gồm thời điểm thực hiện điều tra rò rỉ và sửa chữa đường ống trong các khu vực;

bước học mô hình dự đoán dùng để tạo thông tin mô hình dự đoán để dự đoán xu hướng của các lượng rò rỉ nước trong các khu vực dựa trên ít nhất một thông tin trong số thông tin lượng rò rỉ, thông tin đường ống và thông tin điều tra và sửa chữa;

bước tạo thông tin lượng rò rỉ được dự đoán dùng để tạo thông tin lượng rò rỉ được dự đoán trong các khu vực dựa trên thông tin mô hình dự đoán; và

bước phác họa dùng để phác họa việc lập lịch điều tra rò rỉ mà quy định trình tự thực hiện các điều tra rò rỉ trong các khu vực dựa trên thông tin lượng rò rỉ được dự đoán,

trong đó bước tạo thông tin lượng rò rỉ được dự đoán tạo các dự đoán về cả trị số mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của trị số mong muốn của lượng rò rỉ làm thông tin lượng rò rỉ được dự đoán; và

bước phác họa phác họa việc lập lịch bằng cách sử dụng chi phí rò rỉ được tính toán dựa trên cả trị số mong muốn của lượng rò rỉ và tính bất định của trị số mong muốn của lượng rò rỉ và trị số được dự đoán của chi phí điều tra.

FIG. 1

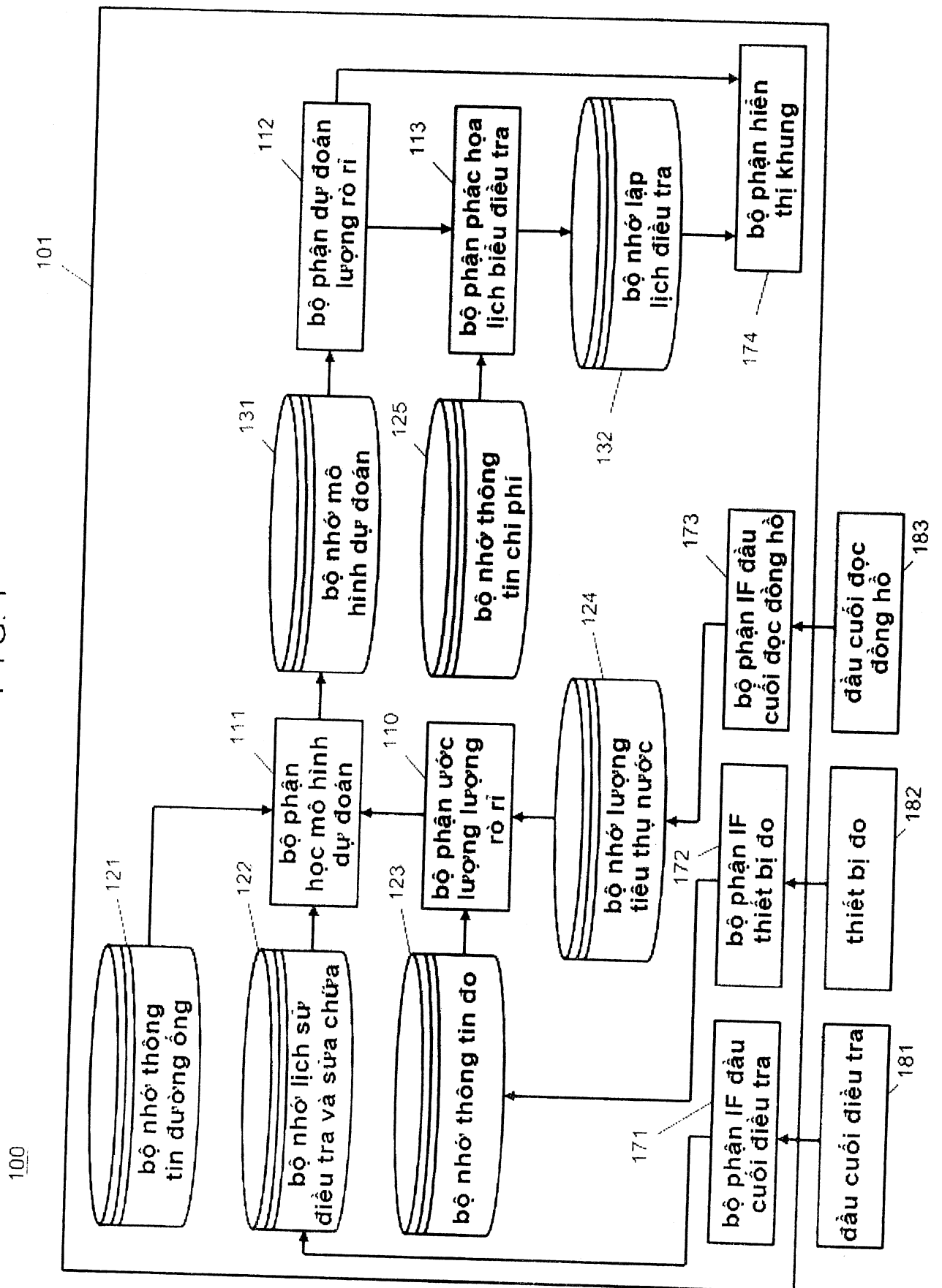


FIG. 2

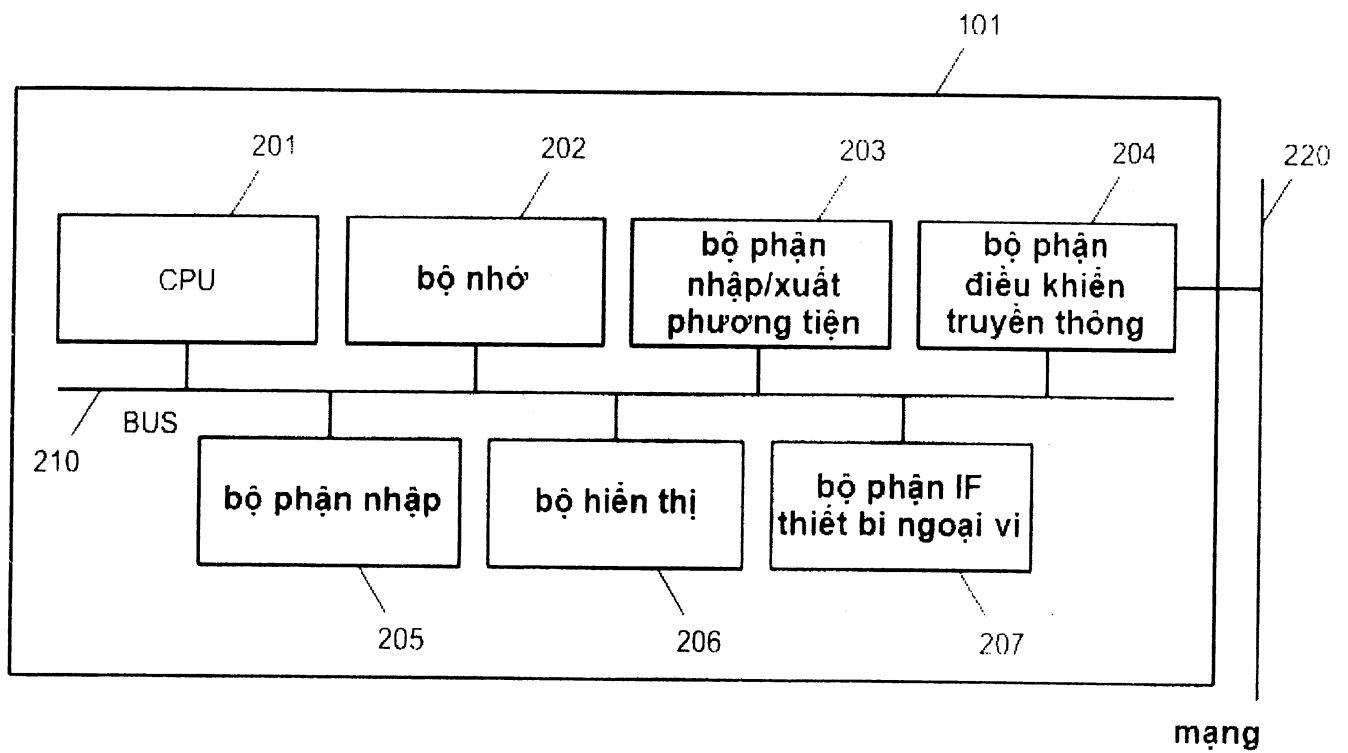


FIG. 3

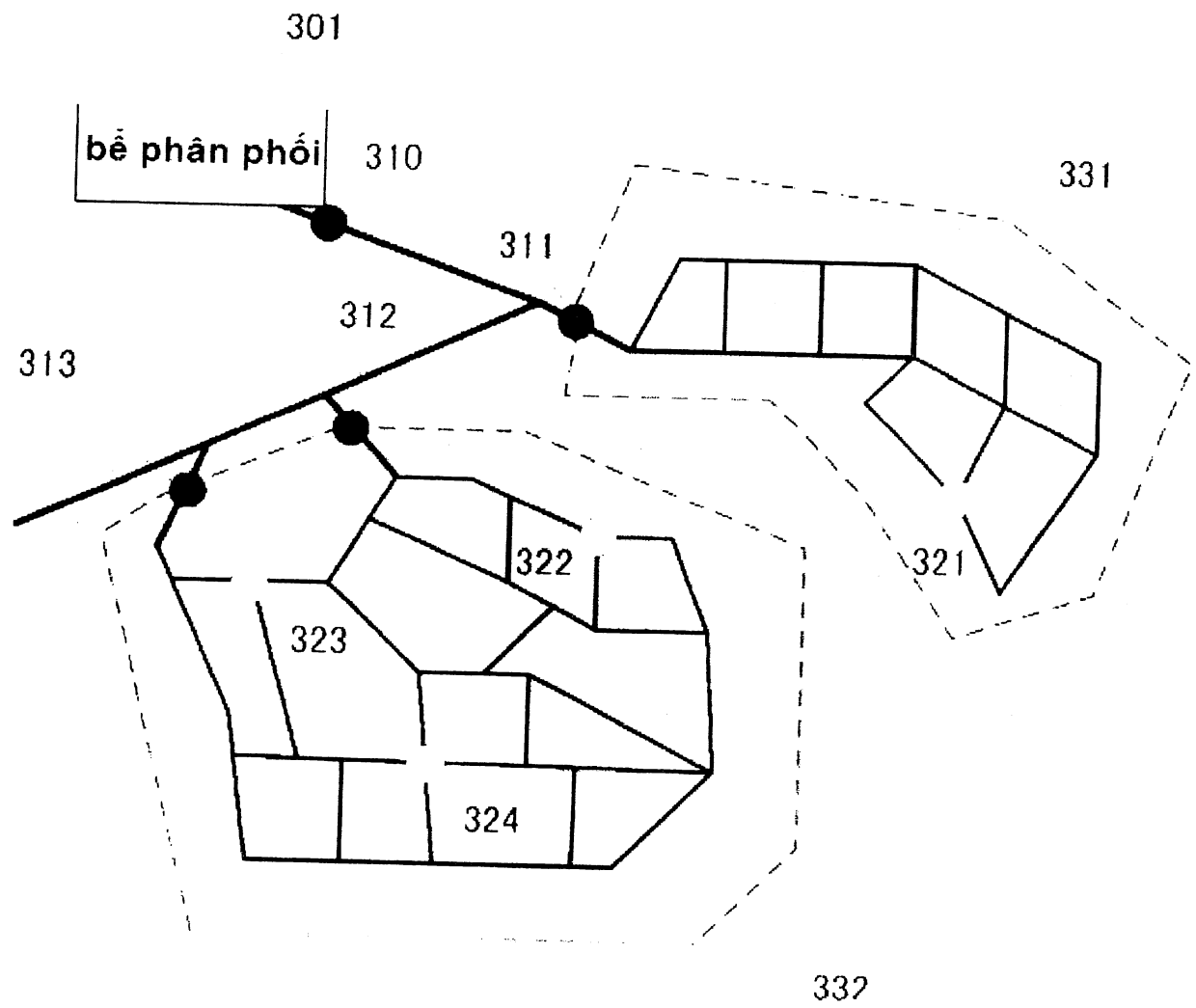


FIG. 4

400

ID ống phân phối	vị trí	chiều dài	đường kính	kiểu ống	thời gian làm việc	mục phụ	khu vực
DP012	...	200m	300mm	DIP (không ống bọc)	15 năm	vòi x 2	332

FIG. 5

500

501	502	503	504	505	506	507	508
ID ống dịch vụ	vị trí	ID ống phân phối nối được	chiều dài (sang mét)	đường kính	kiểu ống	thời gian làm việc	khu vực
SP421	...	DP095	3m	10mm	LP	5 năm	332

FIG. 6

600

601 602 603

ID điều tra	chu kỳ	khu vực mục tiêu
SJ650	2013/06/1 - 2013/07/20	332
SJ649	2013/04/6 - 2013/04/30	331

FIG. 7

700

ID sửa chữa	kiểu	ID ống	vị trí	nguyên nhân	lượng rò rỉ được ngăn chặn	ngày và giờ	ID điều tra
BV12101	ống dịch vụ	SP421	...	quá tải	0,3 l/min.	2013/1/5 09:00	SJ649

FIG. 8

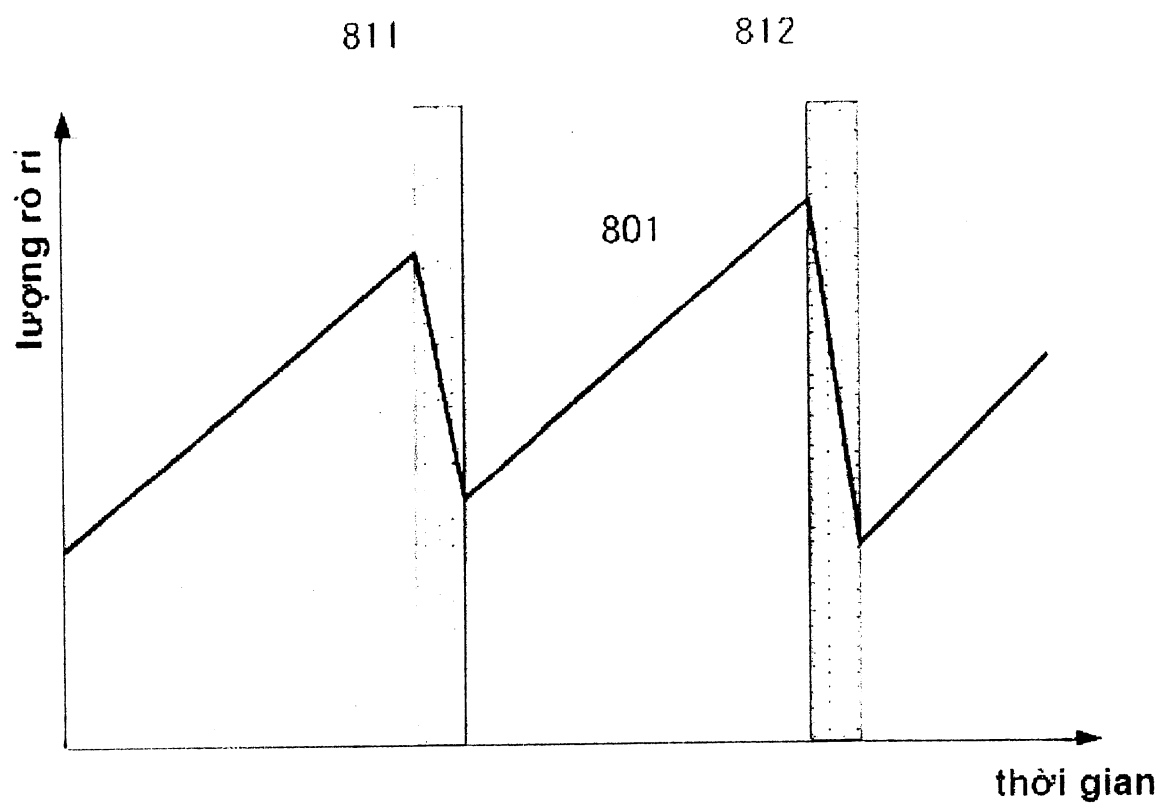


FIG. 9

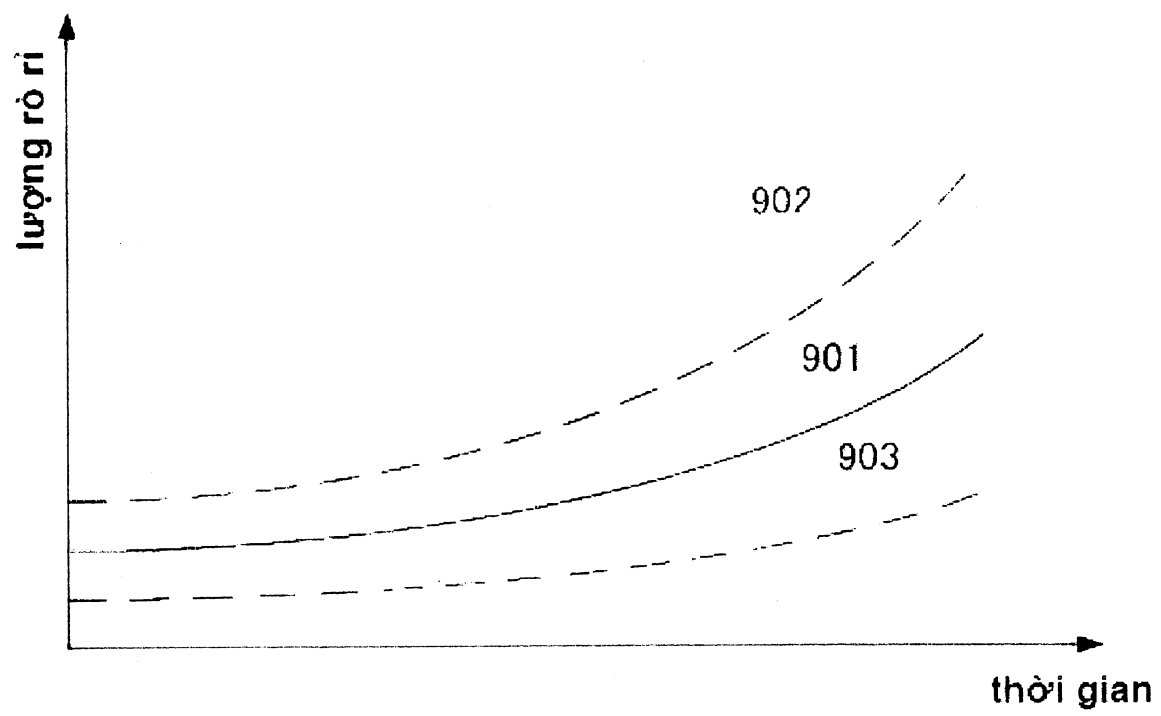


FIG. 10

1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006
	ID mô hình dự đoán	khu vực mục tiêu	kiểu mô hình số	biến số giải thích	hệ số	kiểu
	E3AGE	tất cả các khu vực	(2)	thời gian làm việc, ...	...	chung
	E4A332	332	(1)	—	...	khu vực cụ thể

FIG. 11

1100

1101

1102

1103

1104

ID khu vực	năm thứ nhất của lịch biểu	năm thứ hai của lịch biểu	năm thứ ba của lịch biểu
331	 1111	 1112	 1113
332	 1121		1122 
...			

FIG. 12

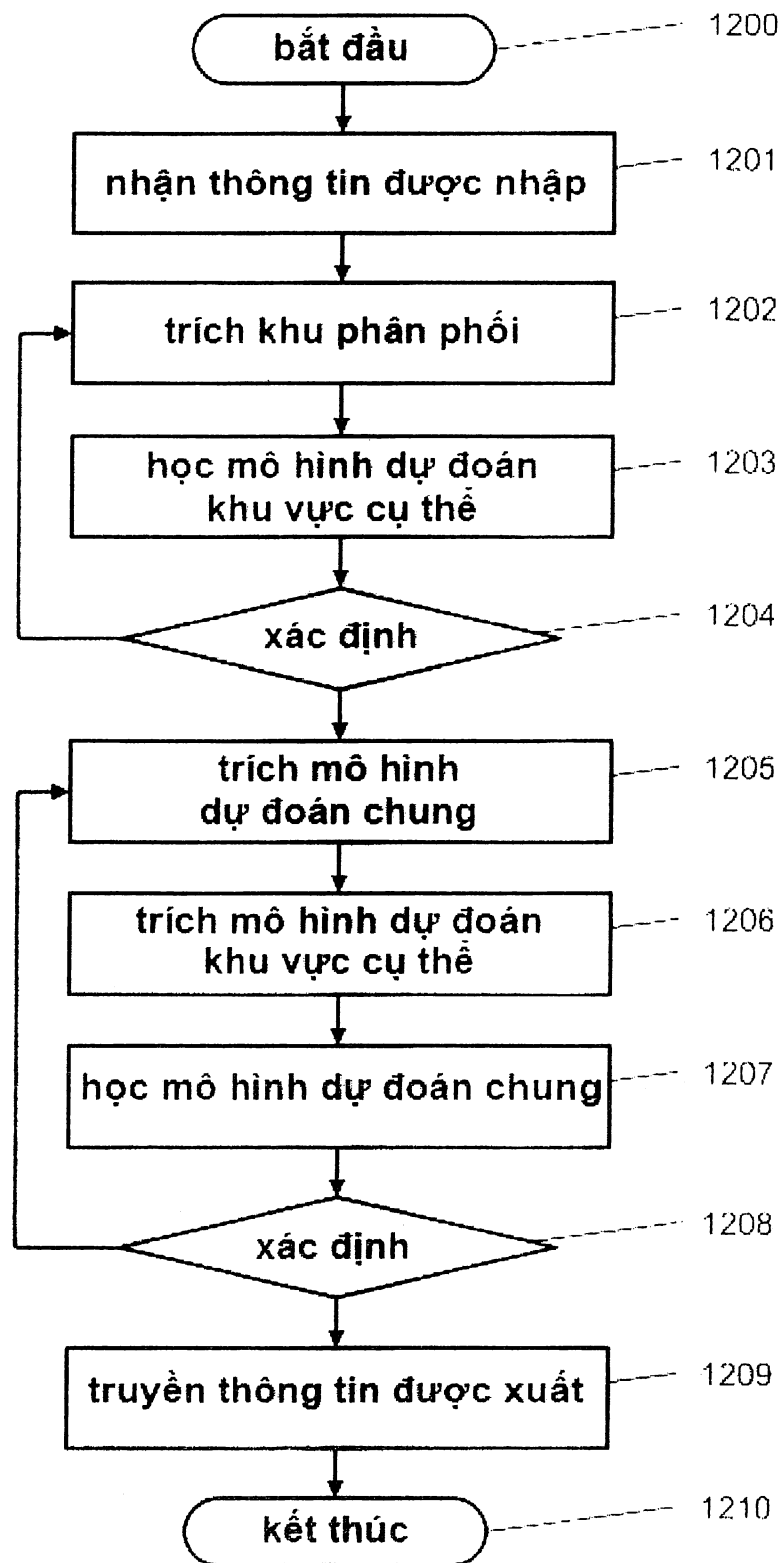


FIG. 13

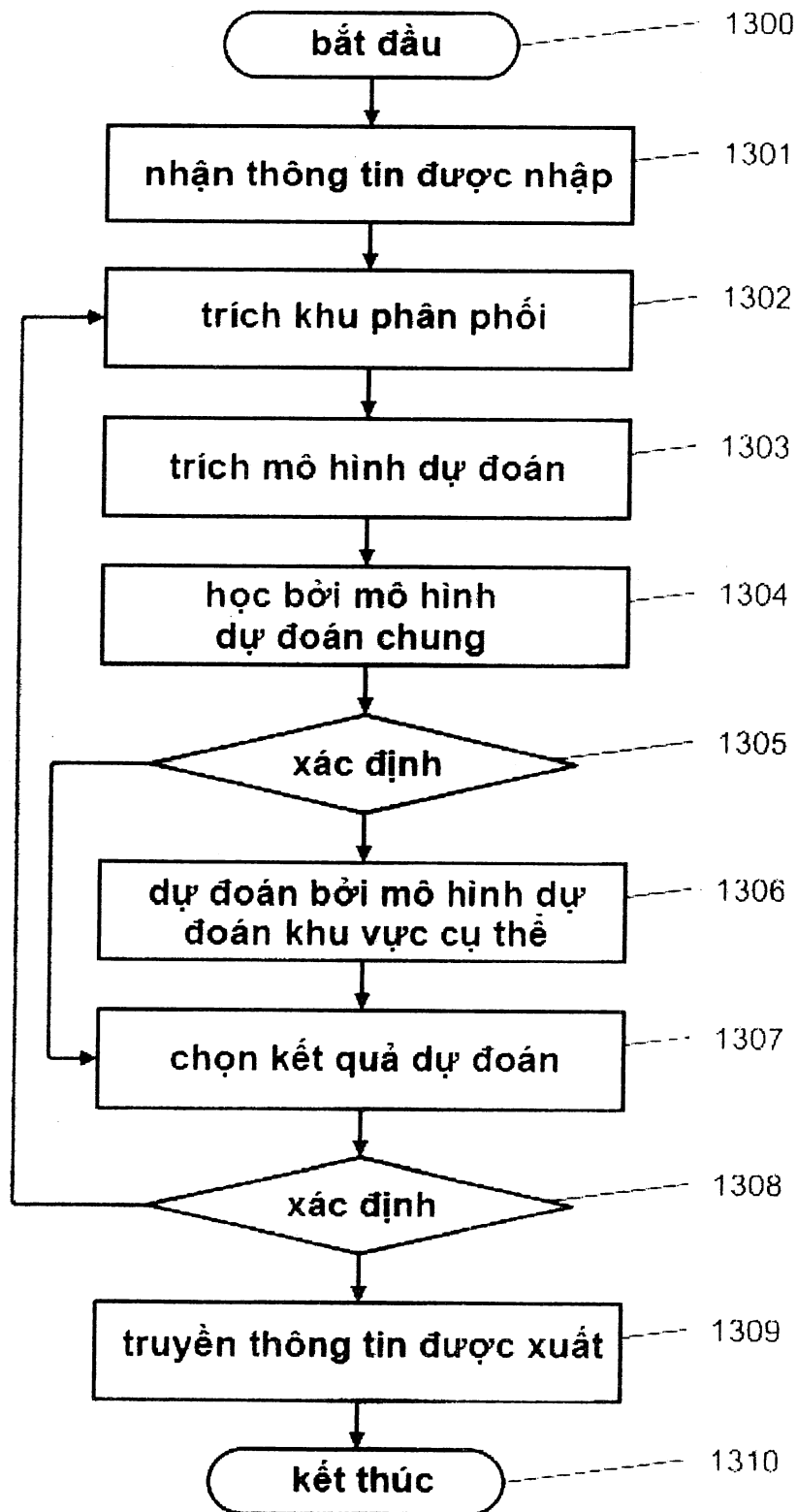


FIG. 14

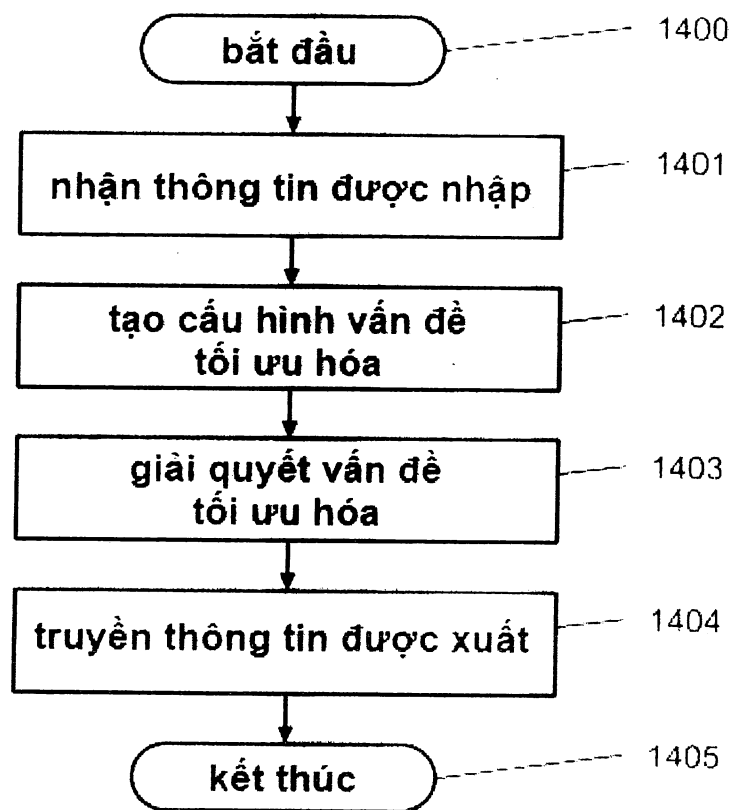
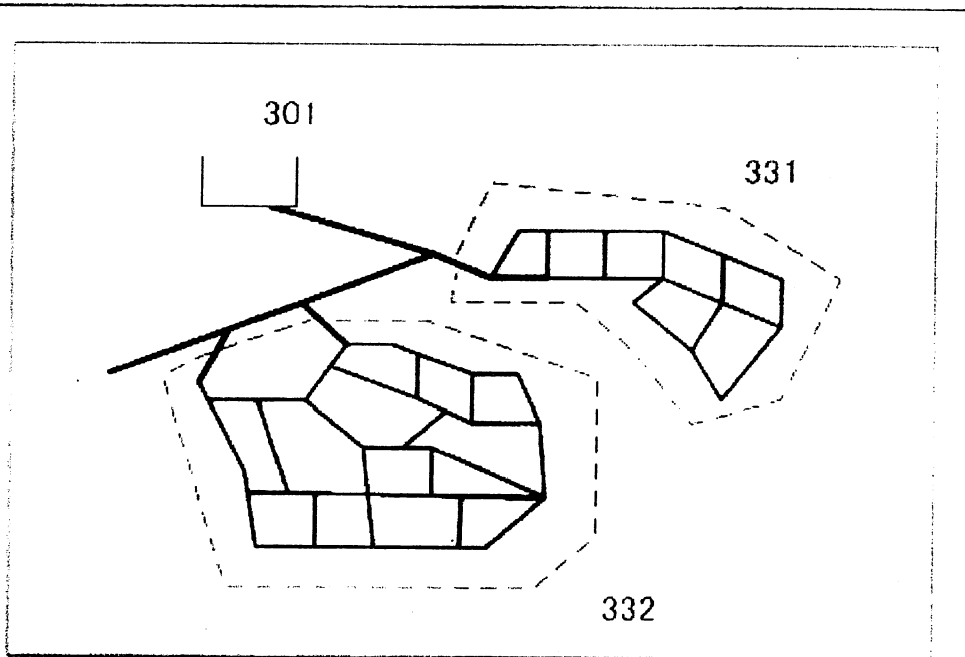


FIG. 15

1501

1502



chi phí (chu kỳ được lập lịch: 3 năm)

1503

	1531	1532	1533
	mục	chi phí thô	chi phí trung bình
1541	chi phí điều tra	X0	X1
1542	chi phí tổn hao	Y0	Y1
1543	tổng chi phí	X0+Y0	X1+Y1

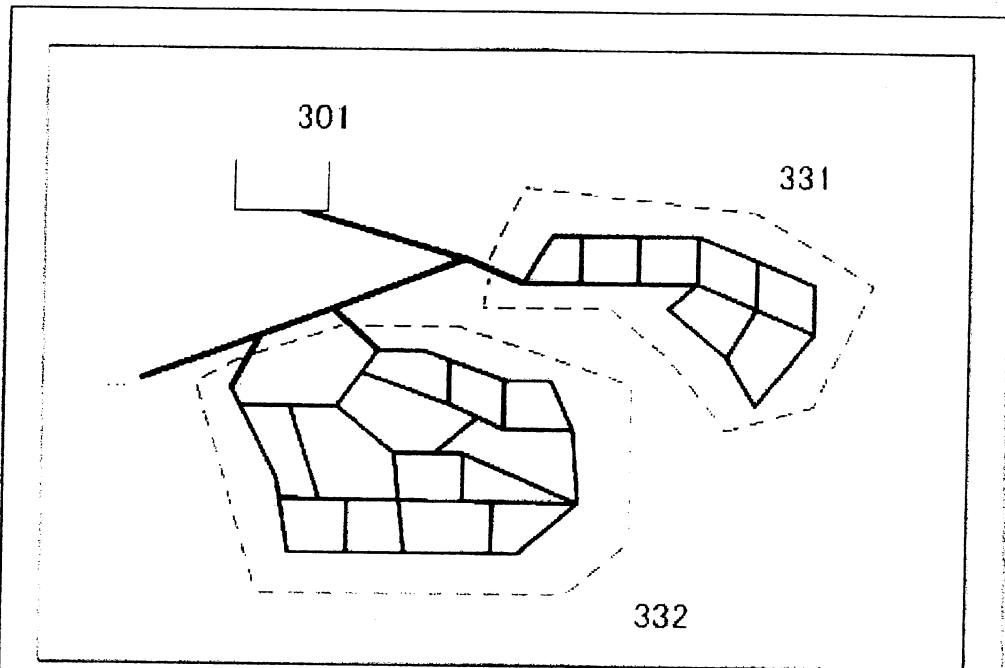
1504

	1101	1102	1103	1104
ID khu vực	năm thứ nhất của lịch biểu	năm thứ hai của lịch biểu	năm thứ ba của lịch biểu	
331	☒ 1111	☒ 1112	☒ 1113	
332	☒ 1121		1122	☒

FIG. 16

1601

1502



1603

lượng rò rỉ được dự đoán

hiện tại

	1631	1632	1633	1633
khu vực	trung bình	cao	thấp	
331	L10	L11	L1h	
332	L20	L21	L2h	
...				

1604

