



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0118923
(43) 공개일자 2018년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08C 17/02 (2006.01) G01M 3/26 (2006.01)
G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G08C 17/02 (2013.01)
G01M 3/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0052218
(22) 출원일자 2017년04월24일
심사청구일자 2017년04월24일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
아이에스테크놀로지 주식회사
인천광역시 연수구 벤처로100번길 21 (송도동)
(72) 발명자
김지범
서울특별시 영등포구 도영로 66, 105동 2504호(도림동, 영등포아트자이아파트)
최준혁
경기도 부천시 성주로23번가길 16-1 (송내동)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 9 항

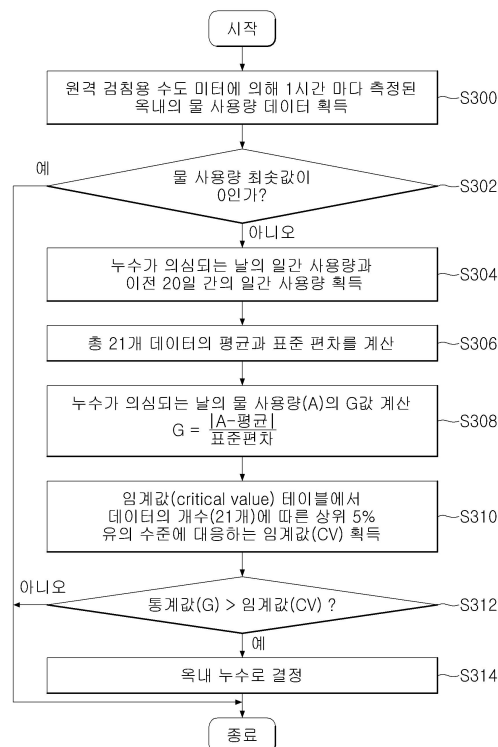
(54) 발명의 명칭 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법은, (a) 원격검침용 수도 미터에 의해 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득하는 단계; (b) 상기 소정 시간마다 측정된 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단하는 단계; (c) 물 사용량 패턴이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



비정상적인 경우, 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 사용량과 이전의 소정 일 동안의 일간 사용량을 획득하는 단계; (d) 상기 획득된 일간 사용량의 평균과 표준

$$G = \frac{|A - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$

편차를 계산하는 단계; (e) 누수가 의심되는 날의 물 사용량(A)에 대한 통계값(G)을
의해 계산하는 단계; (f) 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득하는 단계; 및 (g) 상기 통계값(G)이 상기 임계값(CV)보다 큰 경우, 옥내 누수로 결정하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G06Q 50/10 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201501610002

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 중소기업융복합기술개발사업

연구과제명 IoT 기반의 초음파 수도미터용 통합관리 프로그램과 장수명 압전세라믹 소재 및 유량센서
모듈 개발

기 여 율 1/1

주관기관 아이에스테크놀로지(주)

연구기간 2016.06.16 ~ 2017.06.15

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 원격검침용 수도 미터에 의해 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득하는 단계;
- (b) 상기 소정 시간마다 측정된 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단하는 단계;
- (c) 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 사용량과 이전의 소정 일 동안의 일간 사용량을 획득하는 단계;
- (d) 상기 획득된 일간 사용량의 평균과 표준 편차를 계산하는 단계;

$$G = \frac{|A - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$

- (e) 누수가 의심되는 날의 물 사용량(A)에 대한 통계값(G)을 $G = \frac{|A - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$ 에 의해 계산하는 단계;
- (f) 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득하는 단계; 및
- (g) 상기 통계값(G)이 상기 임계값(CV) 보다 큰 경우, 옥내 누수로 결정하는 단계를 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 단계 (b)는,

상기 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 옥내 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단하는 단계를 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 임계값 테이블은 그럽스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블을 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 임계값 테이블은,

Number of Observations n	Upper .1% Significance Level	Upper .5% Significance Level	Upper 1% Significance Level	Upper 2.5% Significance Level	Upper 5% Significance Level	Upper 10% Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.486
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768

을 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한

자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 5

- 원격검침용 수도 미터에 의해 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득하는 단계;
- 상기 소정 시간마다 측정된 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단하는 단계;
- 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 및 주간 사용량과 이전의 소정 일 동안의 일간 및 주간 사용량을 획득하는 단계;
- 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)을 사용하여 1차원 데이터로 변환하는 단계;
- 상기 1차원 데이터로 변환된 데이터의 평균과 표준 편차를 계산하는 단계;

$$G = \frac{|B\text{-평균}|}{\text{표준편차}}$$

- 누수가 의심되는 날의 1차원 데이터(B)에 대한 통계값(G)을 계산하는 단계;
- 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득하는 단계; 및
- 상기 통계값(G)이 상기 임계값(CV) 보다 큰 경우, 옥내 누수로 결정하는 단계를 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 단계 (b)는,

상기 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 옥내 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단하는 단계를 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 임계값 테이블은 그립스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블을 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 임계값 테이블은,

Number of Observations n	Upper .1% Significance Level	Upper .5% Significance Level	Upper 1% Significance Level	Upper 2.5% Significance Level	Upper 5% Significance Level	Upper 10% Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.486
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768

을 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한

자동 옥내 누수 탐지 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 단계 (d)는,

(d-1) 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터에 대해 최대 분산을 갖는 축을 주성분 축으로서 결정하는 단계; 및

(d-2) 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 상기 결정된 주성분 축에 사영(projection)시켜, 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 1차원 데이터로 변환하는 단계를 포함하는, 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 옥내에서의 누수는 옥내 설치되어 있는 수도 배관의 터짐에 의한 누수, 수도꼭지를 잠그지 않음으로 인한 누수 또는 화장실의 양변기에서의 누수 등을 포함한다.

[0003] 다양한 원인으로 인하여 옥내에서 누수가 발생하여 옥내의 물 사용량이 아주 과도하게 많아지더라도 일반적으로 사용자는 옥내의 누수를 인식하기 어렵다. 경우에 따라, 검침원이 수도 계량기를 검침하면서 급격한 사용량 증

가가 있다고 판단되는 경우, 검침원이 사용자에게 옥내 누수가 의심된다고 알리고는 있지만, 실제로 옥내 누수가 발생한 것인지 아니면 물 사용량이 갑자기 많아져서 그런 것인지 사용자는 분간하기가 용이하지 않다.

[0004] 따라서 검침원이 방문하지 않고도 자동으로 물 사용량 데이터만으로 옥내에서 누수가 발생하였는지를 정확하게 탐지할 수 있는 옥내 누수 탐지 방법에 대한 요구가 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-1214986 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 검침원이 방문하지 않고도 물 사용량 데이터만으로 자동으로 옥내에서 누수가 발생하였는지를 정확하게 탐지할 수 있는 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법은,

[0008] (a) 원격검침용 수도 미터에 의해 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득하는 단계;

[0009] (b) 상기 소정 시간마다 측정된 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단하는 단계;

[0010] (c) 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 사용량과 이전의 소정 일 동안의 일간 사용량을 획득하는 단계;

[0011] (d) 상기 획득된 일간 사용량의 평균과 표준 편차를 계산하는 단계;

[0012] (e) 누수가 의심되는 날의 물 사용량(A)에 대한 통계값(G)을
$$G = \frac{|A - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$
에 의해 계산하는 단계;

[0013] (f) 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득하는 단계; 및

[0014] (g) 상기 통계값(G)이 상기 임계값(CV) 보다 큰 경우, 옥내 누수로 결정하는 단계를 포함한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 단계 (b)는, 상기 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 옥내 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 임계값 테이블은 그럽스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 임계값 테이블은,

Number of Observations n	Upper .1% Significance Level	Upper .5% Significance Level	Upper 1% Significance Level	Upper 2.5% Significance Level	Upper 5% Significance Level	Upper 10% Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.485
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768

[0018] 을 포함할 수 있다.

[0019] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법은,

[0020] (a) 원격검침용 수도 미터에 의해 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득하는 단계;

[0021] (b) 상기 소정 시간마다 측정된 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단하는 단계;

[0022] (c) 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 및 주간 사용량과 이전의 소정 일 동안의 일간 및 주간 사용량을 획득하는 단계;

[0023] (d) 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)을 사용하여 1차원 데이터로 변환하는 단계;

[0024] (e) 상기 1차원 데이터로 변환된 데이터의 평균과 표준 편차를 계산하는 단계;

$$G = \frac{|B - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$

[0025] (f) 누수가 의심되는 날의 1차원 데이터(B)에 대한 통계값(G)을 에 의해 계산하는 단계;

[0026] (g) 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득하는 단계; 및

[0027] (h) 상기 통계값(G)이 상기 임계값(CV) 보다 큰 경우, 옥내 누수로 결정하는 단계를 포함한다.

[0028] 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 단계 (b)는, 상기 소정 시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 옥내 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 임계값 테이블은 그루브스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블을 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 임계값 테이블은,

Number of Observations n	Upper .1% Significance Level	Upper .5% Significance Level	Upper 1% Significance Level	Upper 2.5% Significance Level	Upper 5% Significance Level	Upper 10% Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.486
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768

[0031] 을 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 상기 단계 (d)는,

[0033] (d-1) 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터에 대해 최대 분산을 갖는 축을 주성분 축으로서 결정하는 단계; 및

[0034] (d-2) 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 상기 결정된 주성분 축에 사영(projection)시켜, 상기 획득된 일간 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 1차원 데이터로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 의하면, 통계적인 이상치 탐지 방법을 이용하여 옥내 누수를 탐지하기 때문에, 검침원이 방문하지 않고도 물 사용량 데이터만으로 자동으로 옥내에서 누수가 발생하였는지를 정확하게 탐지할 수 있어 옥내 누수 탐지에 소요되는 비용을 절감할 수 있고, 옥내 누수로 인한 물의 낭비를 방지할 수 있으므로 수자원을 보호할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 원격검침용 수도 미터인 예시적인 초음파식 수도 미터를 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법이 적용되는 시스템을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법의 흐름도.

도 4a는 옥내 누수가 발생한 수용가의 누수 데이터를 도시한 그래프.

도 4b는 정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 그래프.

도 4c는 비정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 그래프.

도 5는 예시적인 일간 물 사용량 데이터를 도시한 도면.

도 6은 그룹스 방법에서 사용되는 임계값 테이블을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법의 흐름도.

도 8은 예시적인 일간 및 주간 물 사용량 데이터를 도시한 도면.

도 9는 PCA를 사용하여 일간 물 사용량과 주간 물 사용량의 2차원 데이터를 주요 차원인 1차원 데이터로 변환하는 것을 설명하기 위한 도면.

도 10은 일간 물 사용량과 주간 물 사용량의 2차원 데이터 및 PCA를 사용하여 변환된 1차원 데이터를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다.
- [0038] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0039] 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다.
- [0040] 또한, "제1", "제2", "일면", "타면" 등의 용어는, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0041] 이하, 본 발명을 설명함에 있어, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0043] 도 1은 원격검침용 수도 미터인 예시적인 초음파식 수도 미터를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법이 적용되는 시스템을 도시한 도면이다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 있어서, 도 1 및 도 2에 도시된 원격검침용 수도 미터인 예시적인 초음파식 수도 미터(200)는 각 수용가에 설치되어 매시간마다 옥내에서의 물 사용량을 자동으로 측정된 후 측정값을 하루에 한 번 통신망을 통해 데이터베이스 서버(201)로 전송한다. 초음파식 수도 미터(200)가 측정값을 측정할 때마다 전송하는 경우 수도 미터(200)의 배터리가 빨리 소모되기 때문에, 측정값을 하루에 한 번 데이터베이스 서버(201)로 전송하는 것이 바람직하다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법은 서버(202)에서 수행되는데, 구체적으로 서버(202)의 제어부(미도시)에서 수행된다.
- [0046] 서버(202)는 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법에 따라 수도 미터(200)에 의해 측정된 옥내의 물 사용량에 기반하여 옥내 누수를 판단하고, 옥내 누수로 결정된 경우, 옥내 누수를 웹 서버(204)를 통해 해당 고객에게 통지한다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법의 흐름도로서, 도 3에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에서는 일간 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내 누수를 탐지한다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 단계 S300에서, 서버(202)가 원격검침용 수도 미터(200)에 의해 1시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득한다. 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에서, 물 사용량 측정 시간 간격은 1시간이지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 서버(202)는 1시간보다 더 짧거나 더 긴 측정 시간 간격마다 물 사용량 데이터를 수도 미터(200)로부터 획득할 수도 있다.
- [0049] 단계 S302에서, 서버(202)는 1시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단한다.
- [0050] 즉, 서버(202)는 1시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 해당 수용가의 옥내의 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단한다.
- [0051] 도 4a는 6일째에 옥내 누수가 발생한 수용가의 8일간의 누수 데이터를 도시한 것으로, 참조번호 400은 1일의 정상 패턴을 확대한 것이고, 참조번호 402는 1일의 누수 패턴을 확대한 것이다.
- [0052] 도 4b는 정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 것으로, 물 사용량 패턴이 정상적인 경우 물 사용량 최솟값이 0이므로 물 사용량 패턴이 정상적이라고 판단한다.
- [0053] 도 4c는 비정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 것으로, 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우 물 사용량 최솟값이 0

이 아니므로 옥내 누수로 의심하여 이상치 탐색 알고리즘을 사용하여 옥내 누수 여부를 판별한다.

- [0054] 즉, 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에서는, 수도 미터(200)가 물 사용량을 측정할 때마다 옥내 누수 를 탐지하는 것이 아니라, 서버(202)의 부담을 줄이기 위하여, 옥내 누수로 의심되는 경우에만 옥내 누수를 탐지한다.
- [0055] 단계 S304에서, 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 서버(202)는 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 사용량(도 5의 500)과 이전의 소정 일, 예를 들어 20일 간의 일간 사용량(도 5의 502)을 획득한다.
- [0056] 참고로, 수도 미터(200)에 의해 주기적으로 측정되는 물 사용량 데이터는 데이터베이스 서버(201)에 저장되어 있다고 가정한다.
- [0057] 단계 S306에서, 서버(202)는 상기 획득한 총 21개의 일간 사용량의 평균과 표준 편차를 계산한다.
- [0058] 예시적으로, 도 5에 도시된 총 21개의 일간 사용량의 경우, 평균은 19.97이고, 표준편차는 11.23이다.
- [0059] 단계 S308에서, 서버(202)는 누수가 의심되는 날의 물 사용량(A=64.57)에 대한 통계값(G)을 수학적 식 1에 따라 계산한다.

수학적 식 1

$$G = \frac{|A - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$

- [0060]
- [0061] 본 실시예에서 $G = |64.57 - 19.97| / 11.23 = 3.97$ 이다.
- [0062] 단계 S310에서, 서버(202)는 도 6에 도시된 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수(본 실시예에서 21개)에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득한다.
- [0063] 도 6에 도시된 임계값 테이블은 그럽스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블의 일부이다.
- [0064] 상기 임계값 테이블은 서버(202)의 메모리(미도시)에 저장되어 있는 것으로 가정한다. 서버(202)는 반드시 임계값 테이블 전체를 메모리에 저장하고 있을 필요는 없고, 경우에 따라 21개의 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)인 2.580 또는 31개의 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)인 2.759만을 메모리에 저장할 수도 있다.
- [0065] 본 실시예에서 데이터의 개수는 21개이므로, 도 6의 임계값 테이블에서 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)은 2.580이다.
- [0066] 단계 S312에서, 서버(202)는 통계값(G)이 임계값(CV) 보다 큰 지를 판단한다.
- [0067] 본 실시예에서, 통계값(G)은 3.97이고, 임계값(CV)은 2.759이므로, 통계값(G)은 임계값(CV) 보다 크다.
- [0068] 따라서, 단계 S314에서 서버(202)는 옥내 누수로 결정하고, 옥내 누수가 발생하였다는 것을 해당 고객에게 통지한다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법의 흐름도로써, 도 7에서는 보다 정확하게 옥내 누수를 탐지하기 위하여 일간 및 주간 물 사용량 데이터에 기반하여 옥내 누수를 탐지한다.
- [0070] 도 7을 참조하면, 단계 S700에서, 서버(202)는 원격검침용 수도 미터(200)에 의해 1시간 마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터를 획득한다. 본 발명의 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법에서, 물 사용량 측정 시간 간격은 1시간이지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 서버(202)는 1시간보다 더 짧거나 더 긴 측정 시간 간격마다 물 사용량 데이터를 수도 미터(200)로부터 획득할 수도 있다.
- [0071] 단계 S702에서, 서버(202)는 1시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터에 기반하여 물 사용량 패턴이 비정상적인지를 판단한다.

- [0072] 즉, 서버(202)는 1시간마다 측정된 옥내의 물 사용량 데이터 중 물 사용량 최솟값이 0이 아닌 경우 해당 수용가의 옥내 물 사용량 패턴이 비정상적인 것으로 판단한다.
- [0073] 도 4a는 6일째에 옥내 누수가 발생한 수용가의 8일간의 누수 데이터를 도시한 것으로, 참조번호 400은 1일의 정상 패턴을 확대한 것이고, 참조번호 402는 1일의 누수 패턴을 확대한 것이다.
- [0074] 도 4b는 정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 것으로, 물 사용량 패턴이 정상적인 경우 물 사용량 최솟값이 0이므로 물 사용량 패턴이 정상적이라고 판단한다.
- [0075] 도 4c는 비정상적인 물 사용량 패턴을 도시한 것으로, 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우 물 사용량 최솟값이 0이 아니므로 옥내 누수로 의심하여 이상치 탐색 알고리즘을 사용하여 옥내 누수 여부를 판별한다.
- [0076] 즉, 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에서는, 수도 미터(200)가 물 사용량을 측정할 때마다 옥내 누수 를 탐지하는 것이 아니라, 서버(202)의 부담을 줄이기 위하여, 옥내 누수로 의심되는 경우에만 옥내 누수를 탐지한다.
- [0077] 단계 S704에서, 물 사용량 패턴이 비정상적인 경우, 서버(202)는 물 사용량 패턴이 비정상적인 날을 누수가 의심되는 날로 결정하고, 누수가 의심되는 날의 일간 사용량(도 8의 800)과 주간 사용량(도 8의 802), 및 이전의 소정 일, 예를 들어 20일 간의 일간 사용량(도 8의 804)과 주간 사용량(도 8의 806)을 획득한다.
- [0078] 참고로, 수도 미터(200)에 의해 주기적으로 측정되는 물 사용량 데이터는 데이터베이스 서버(201)에 저장되어 있다고 가정한다.
- [0079] 단계 S706에서, 서버(202)는 상기 획득된 일간 사용량 및 주간 사용량의 2차원 데이터를 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)을 사용하여 1차원 데이터로 변환한다.
- [0080] 구체적으로, 서버(202)는 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 획득된 일간 사용량과 주간 사용량의 2차원 데이터에 대해 최대 분산을 갖는 축을 주성분 축(900)으로서 결정하고, 상기 획득된 일간 사용량과 주간 사용량의 2차원 데이터를 상기 결정된 주성분 축(900)에 사영(projection)시켜, 상기 획득된 일간 사용량과 주간 사용량의 2차원 데이터를 1차원 데이터로 변환한다.
- [0081] 도 10은, PCA를 사용하여 일간 사용량과 주간 사용량의 2차원 데이터(1000)를 1차원 데이터(1002)로 변환하는 것을 나타낸 것이다.
- [0082] 단계 S708에서, 서버(202)는 상기 1차원 데이터로 변환된 총 21개의 데이터의 평균과 표준 편차를 계산한다.
- [0083] 예시적으로, 도 10에 도시된 총 21개의 데이터의 경우, 평균은 0이고, 표준편차는 19.37이다.
- [0084] 단계 S710에서, 서버(202)는 누수가 의심되는 날의 1차원 데이터(B=79.76)에 대한 통계값(G)을 수학적 식 2에 따라 계산한다.

수학적 식 2

$$G = \frac{|B - \text{평균}|}{\text{표준편차}}$$

- [0085]
- [0086] 본 실시예에서 $G = |79.76 - 0| / 19.37 = 4.12$ 이다.
- [0087] 단계 S712에서, 서버(202)는 도 6에 도시된 임계값 테이블(critical value table)에서 데이터의 개수(본 실시예에서 21개)에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)을 획득한다.
- [0088] 도 6에 도시된 임계값 테이블은 그럽스 방법(Grubbs' method)에서 사용되는 임계값 테이블의 일부이다.
- [0089] 상기 임계값 테이블은 서버(202)의 메모리(미도시)에 저장되어 있는 것으로 가정한다. 서버(202)는 반드시 임계값 테이블 전체를 메모리에 저장하고 있을 필요는 없고, 경우에 따라 21개의 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)인 2.580 또는 31개의 데이터의 개수에 따른 상위 5%의 유

의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)인 2.759만을 메모리에 저장할 수도 있다.

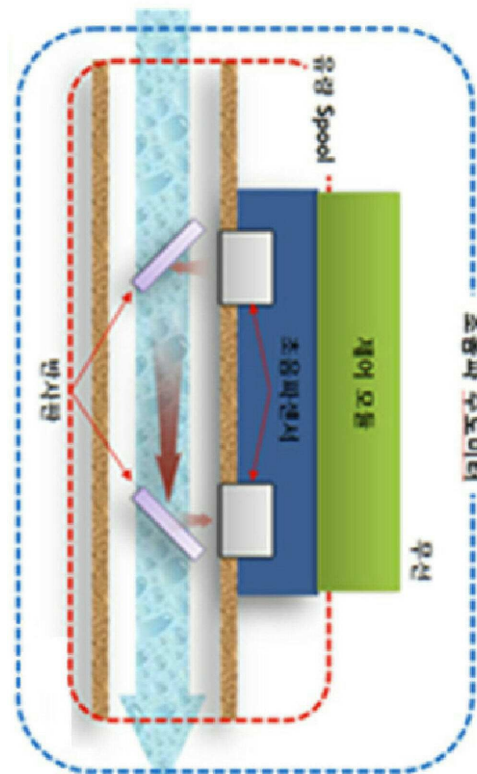
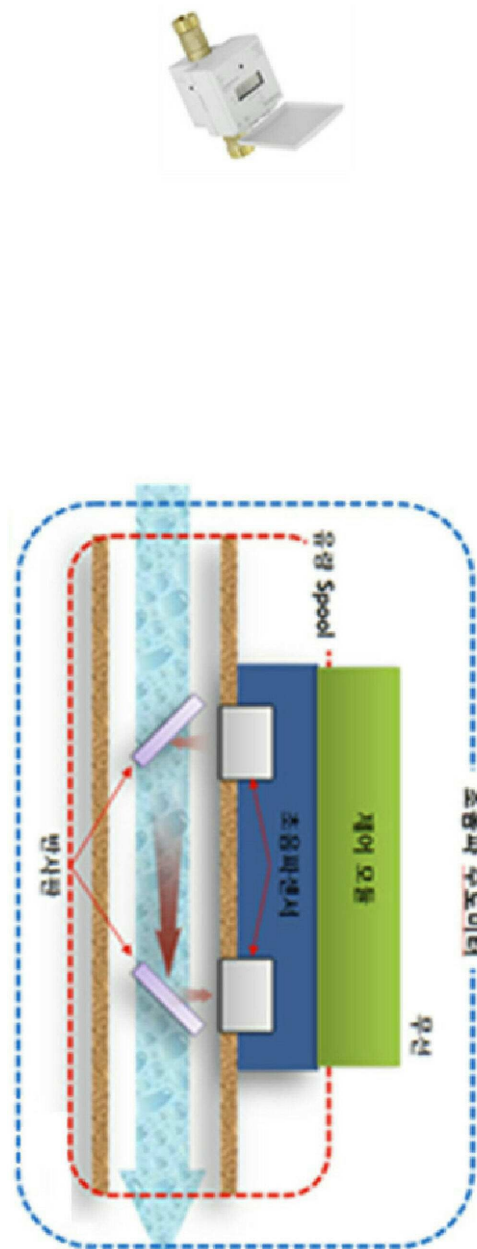
- [0090] 본 실시예에서 데이터의 개수는 21개이므로, 도 6의 임계값 테이블에서 상위 5%의 유의수준(significance level)에 대응하는 임계값(CV)은 2.580이다.
- [0091] 단계 S714에서, 서버(202)는 통계값(G)이 임계값(CV) 보다 큰 지를 판단한다.
- [0092] 본 실시예에서, 통계값(G)은 4.12이고, 임계값(CV)은 2.580이므로, 통계값(G)은 임계값보다 크다.
- [0093] 따라서, 단계 S716에서 서버(202)는 옥내 누수로 결정하고, 옥내 누수가 발생하였다는 것을 해당 고객에게 통지한다.
- [0094] 본 발명의 일 실시예에 의한 통계적 이상치 탐색 방법을 이용한 자동 옥내 누수 탐지 방법에 의하면, 통계적인 이상치 탐지 방법을 이용하여 옥내 누수를 탐지하기 때문에, 검침원이 방문하지 않고도 물 사용량 데이터만으로 자동으로 옥내에서 누수가 발생하였는지를 정확하게 탐지할 수 있어 옥내 누수 탐지에 소요되는 비용을 절감할 수 있고, 옥내 누수로 인한 물의 낭비를 방지할 수 있으므로 수자원을 보호할 수 있다.
- [0095] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.
- [0096] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로, 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

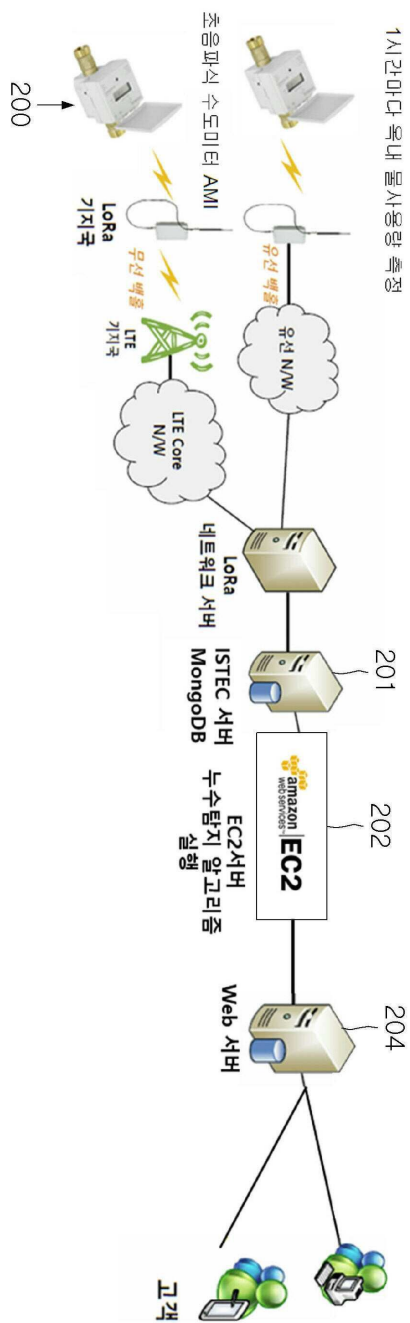
- [0097] 200 : 초음파식 수도 미터 201 : 데이터베이스 서버
202 : 서버 204 : 웹 서버
400 : 1일 정상 패턴 402 : 1일 누수 패턴
500 : 누수가 의심되는 날의 일간 사용량 데이터
502 : 20일 간의 일간 사용량 데이터
800 : 누수가 의심되는 날의 일간 사용량 데이터
802 : 누수가 의심되는 날의 주간 사용량 데이터
804 : 20일 간의 일간 사용량 데이터
806 : 20일 간의 주간 사용량 데이터
900 : 주성분 축
1000 : 일간 사용량과 주간 사용량의 2차원 데이터
1002 : 1차원 데이터

도면

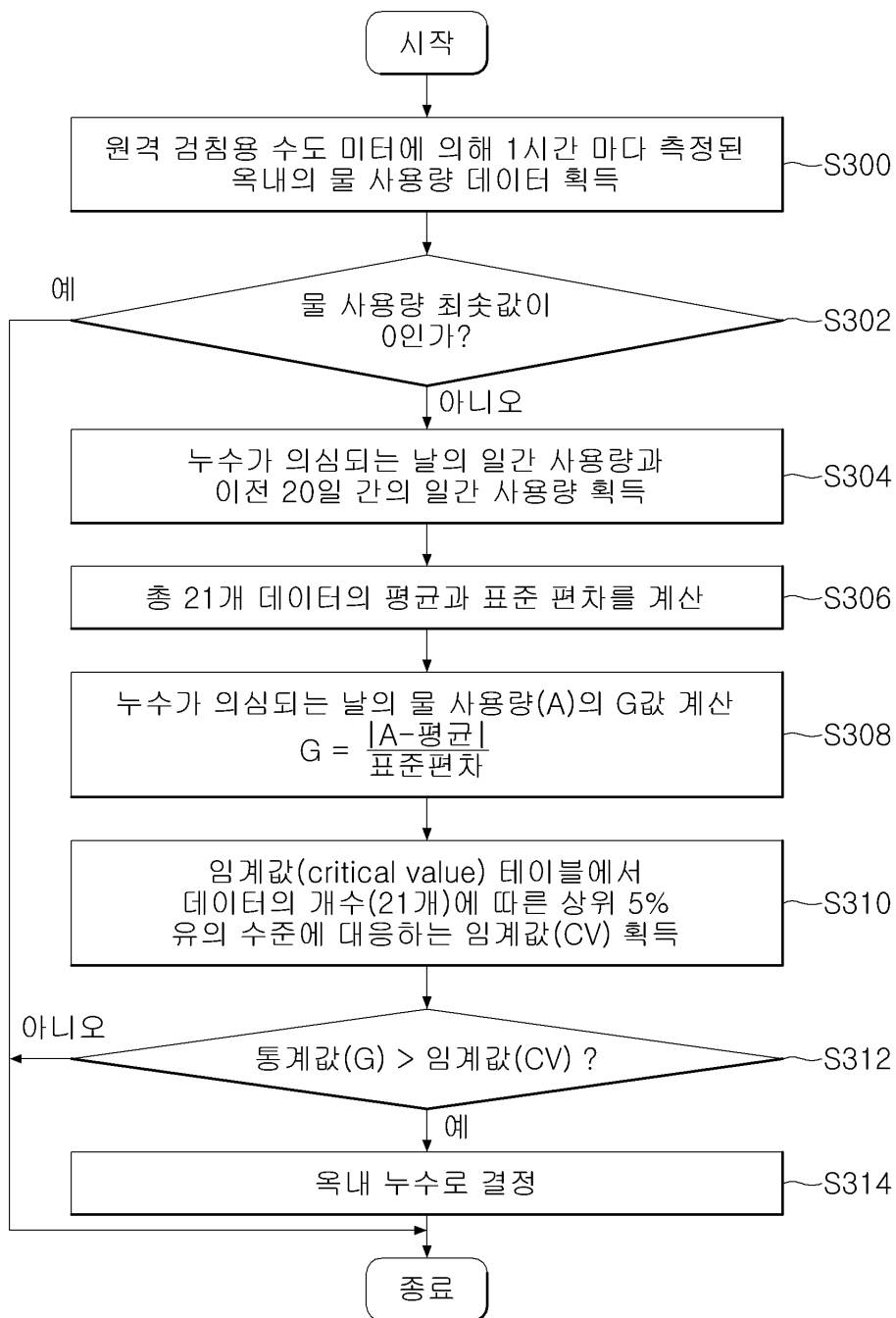
도면1



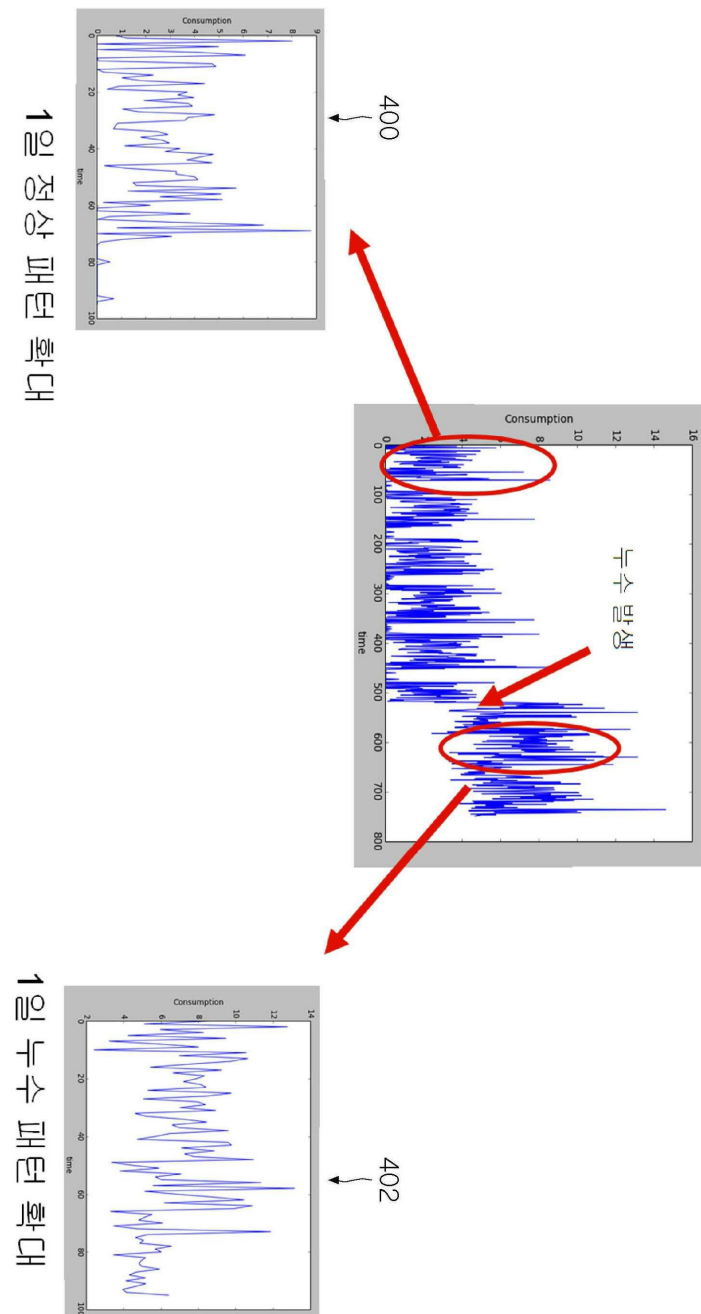
도면2



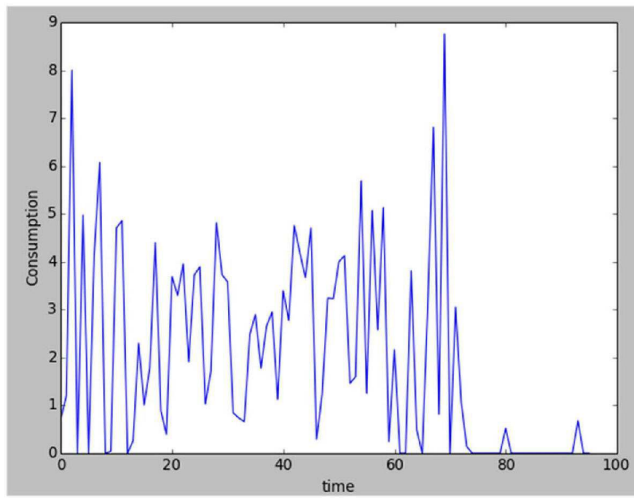
도면3



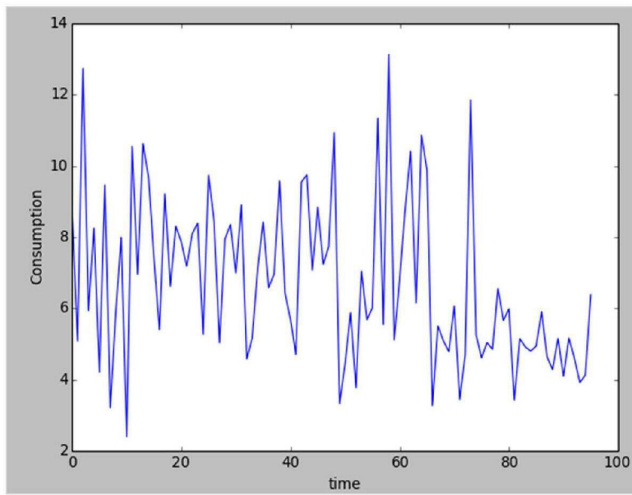
도면4a



도면4b



도면4c



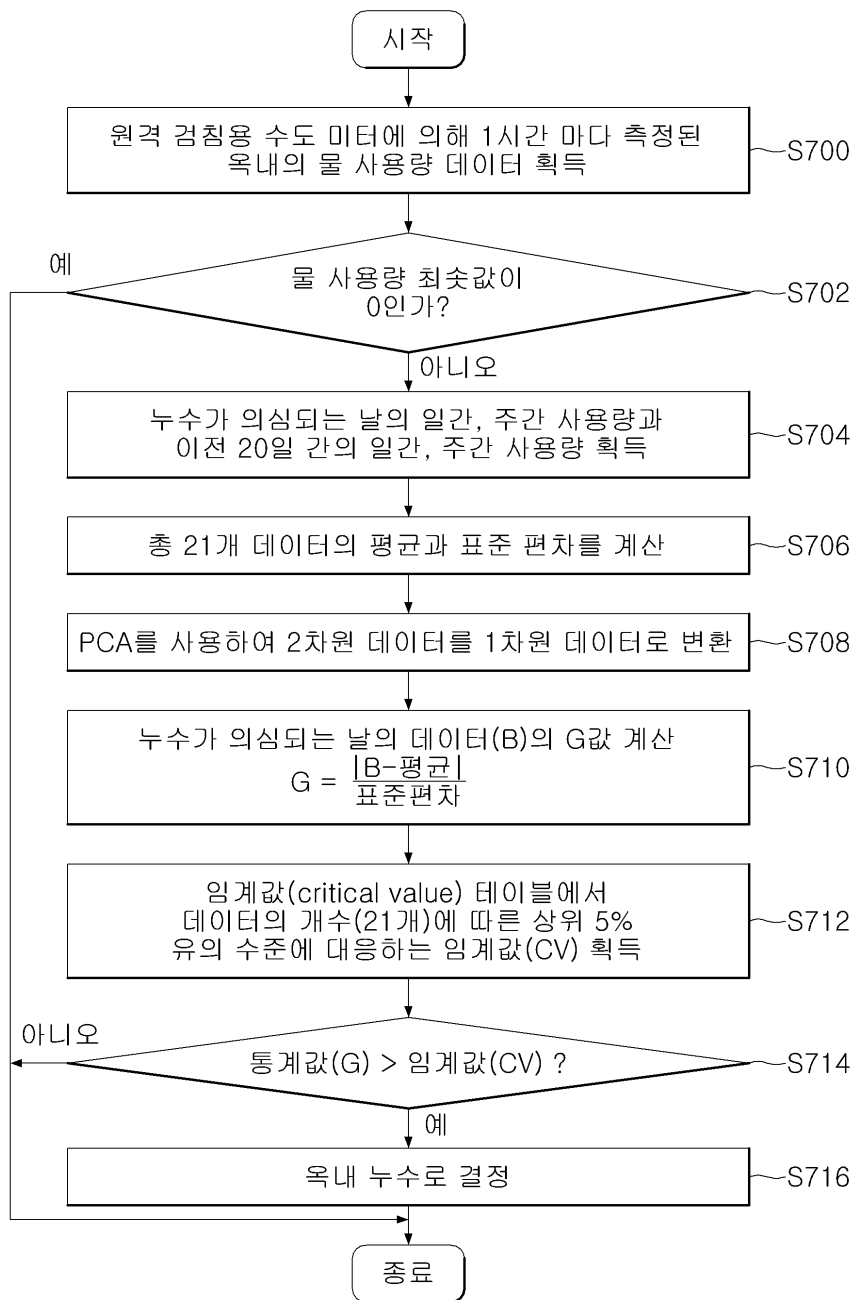
도면5

502 → history data
 18.7 39.52 19.13 17.74 14.53 14.56 16.64 18.88 14.38 15.24 18.34
 15.13 14.18 17.03 17.73 15.5 18.04 14.15 16.74 18.7]
 500 → today data
 64.57

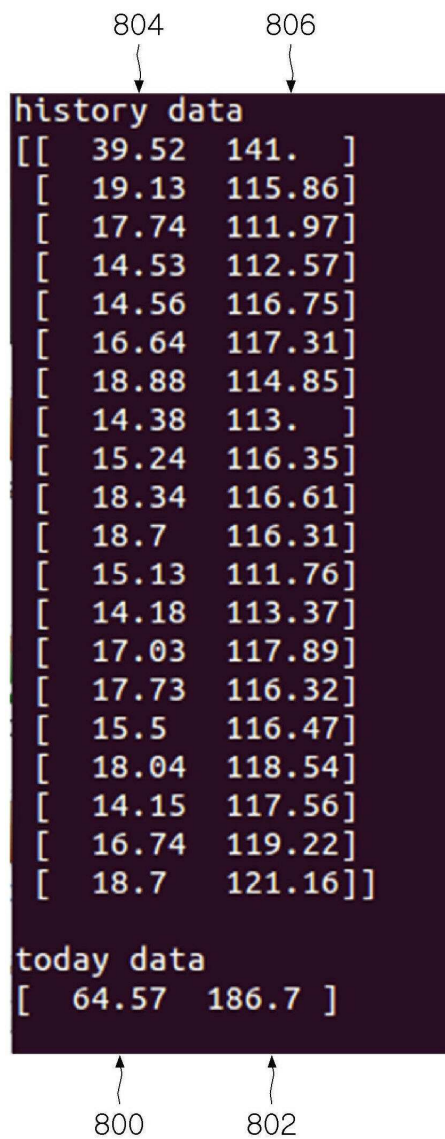
도면6

Number of Observations n	Upper .1% Significance Level	Upper .5% Significance Level	Upper 1% Significance Level	Upper 2.5% Significance Level	Upper 5% Significance Level	Upper 10% Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.486
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768

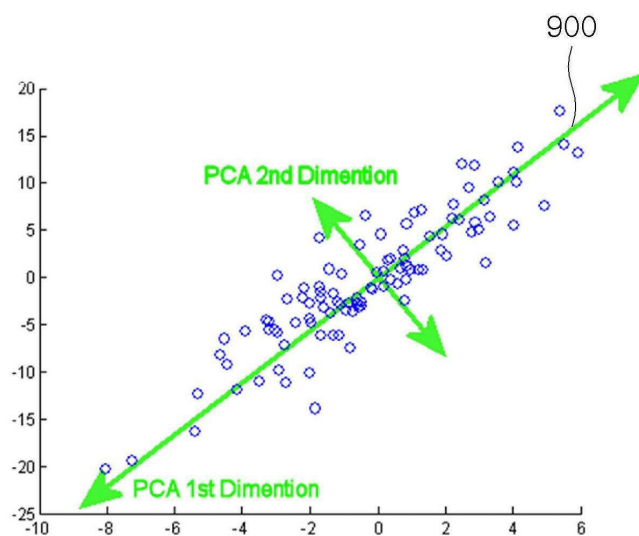
도면7



도면8



도면9



도면10

