(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 10 월 1 일 (01.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2015/147350 A1

(51) 국제특허분류:
*G06Q 50/06* (2012.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2014/002584

(22) 국제출원일: 2014 년 3 월 27 일 (27.03.2014)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2014-0035314 2014 년 3 월 26 일 (26.03.2014) KR

(71) 출원인: **부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2 (장전동), Busan (KR).

(72) 발명자: **김창원 (KIM, Changwon)**; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, 2502 호 (장전동), Busan (KR). **김효수 (KIM, Hyosoo)**; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, 511 호 (장전동), Busan (KR). **김민수 (KIM, Minsoo)**; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, 511 호 (장전동), Busan (KR). **박문화 (PIAO, Wenhua)**; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, 511 호 (장전동), Busan (KR). **김동관 (KIM, Dongkwan)**; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, 511 호 (장전동), Busan (KR).

(74) 대리인: **정남진 (JEONG, Namjin)**; 612-020 부산시 해운대구 센텀중앙로 48, 1004 호 (우동, 에이스하이테크 21), Busan (KR).

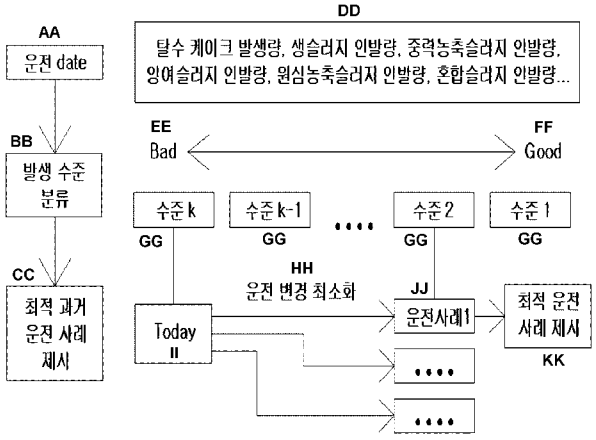
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SYSTEM FOR MANAGING PRODUCTION AMOUNT OF DEHYDRATED CAKE PRODUCED IN SEWAGE TREATMENT PLANT AND METHOD THEREOF

(54) 발명의 명칭 : 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법

[Fig. 3]




AA ... Operation date
BB ... Classification of production levels
CC ... Presentation of optimum past operation case
DD ... Production amount of dehydrated cake, drawing amount of raw sludge, drawing amount of gravity thickening sludge, drawing amount of surplus sludge, drawing amount of centrifugal concentrated sludge, drawing amount of mixed sludge
EE ... Bad
FF ... Good
GG ... Level
HH ... Minimization of operation changes
II ... Today
JJ ... Operation case
KK ... Presentation of optimum operation case

(57) **Abstract**: The present invention relates to a system for managing a production amount of dehydrated cake produced in a sewage treatment plant and a method therefor, which can efficiently manage a production amount of dehydrated cake by: grouping a quantitative production amount of dehydrated cake produced during a treatment process in a sewage treatment plant and operation data in a sludge treatment process associated with the dehydrated cake production, and classifying the operation data from a low production level of dehydrated cake to a high level thereof; and presenting an optimum past operation case which is the most similar to a current operation level and can minimize an operation control value so as to operate an amount of the produced dehydrated cake at a low level. According to the present invention, provided is the system for managing a production amount of dehydrated cake produced in a sewage treatment plant, the system comprising: a data calling part for calling data which is necessary to manage a production amount of dehydrated cake in a sewage treatment plant from a database for storing influent/effluent water quality data and process operation data of a sewage treatment plant, a dehydrated cake production amount diagnosis part for receiving the called data from the data calling part and applying a multivariate statistical analysis method to the called data so as to group a production amount of dehydrated cake in a sewage treatment plant, and for diagnosing which group currently produced dehydrated cake belongs with respect to the grouped result values; a dehydrated cake production amount changing part which presents a past operation

[다음 쪽 계속]

WO 2015/147350 A1

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**공개**:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

case that minimizes an operation change value by deriving a minimum distance between the respective classified groups, when operating the diagnosis result derived from the dehydrated cake production amount diagnosis part at a low production level of dehydrated cake; and a dehydrated cake-reducing operation condition applying part for applying operation conditions changed by the dehydrated cake production amount changing part to each actuator of a sewage treatment plant.

**(57) 요약서**: 본 발명은 하수처리장의 처리과정에서 생성되는 탈수 케이크의 정량적인 발생량 및 탈수 케이크 발생과 연관된 슬러지 처리 공정에서의 운전 자료들을 그룹화하여 탈수 케이크의 발생이 낮은 수준부터 높은 수준까지 분류하여, 발생되는 탈수 케이크량을 낮은 수준으로 운전하기 위해 현재의 운전 수준과 가장 유사하면서 운전 조절치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전 사례를 제시하여 탈수 케이크의 발생량을 효율적으로 관리할 수 있는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터를 호출하는 데이터호출부; 상기 데이터호출부로부터 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량을 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크가 어떤 그룹에 해당하는지를 진단해 주는 탈수 케이크 발생량 진단부;상기 탈수 케이크 발생량 진단부로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 도출하여 운전 변경치를 최소화해 주는 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경부; 및 상기 탈수 케이크 발생량 변경부에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템을 제공한다.

# 명세서

# 발명의 명칭: 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법

## 기술분야

[1] 본 발명은 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게 설명하면, 하수처리장의 처리과정에서 생성되는 탈수 케이크의 정량적인 발생량 및 탈수 케이크 발생과 연관된 슬러지 처리 공정에서의 운전 자료들을 그룹화하여 탈수 케이크의 발생이 낮은 수준부터 높은 수준까지 분류하여, 발생되는 탈수 케이크량을 낮은 수준으로 운전하기 위해 현재의 운전 수준과 가장 유사하면서 운전 조절치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전 사례를 제시하여 탈수 케이크의 발생량을 효율적으로 관리할 수 있는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[2] 하수처리장은 가정에서 발생되는 생활하수를 처리 및 정화하여, 하천 또는 연안으로 처리된 물을 방류함으로써, 인간 활동에 필수적인 물 순환이 가능하도록 유지해주는 필수적인 기능을 담당하고 있다. 이와 같은 일련의 하수처리 과정에서는 하수 내 오염원을 제거하기 위해 필수적으로 사용되는 미생물이 포함된 하수 슬러지가 발생하게 되며, 일정량의 하수 슬러지는 하수처리공정 내에서 다시 순환되어 사용되지만, 미생물 증식이 종료되어 더 이상 정화 기능을 수행할 수 없게 되는 슬러지는 슬러지 처리 공정을 통해 탈수 케이크로 생성되어 인근 지정된 연안에 배출되어 왔다.

[3] 하지만, 지난 96년 런던협약 '96'의정서 발효에 따라 하수 슬러지를 포함한 폐기물의 해양배출 기준이 대폭 강화되었고, 이로 인해 하수처리장에서 발생되는 탈수 케이크를 처리하기 위한 비용이 증가하고 있는 실정이다. 실제 2012년 공공하수처리시설의 총 운영비는 약 1조 403억원이며, 이중 슬러지 최종처리비용이 약 2051억으로 전체 운영비 중 인건비(23.9%), 전력비(20%)에 이어 세 번째로 높은 비율(19.7%)을 차지하고 있는 실정이다. 또한 2012년부터 폐기물의 해양배출이 전면금지 됨에 따라, 해양배출이 허용되었던 2011년에 비해 2012년의 슬러지 최종처분비용은 약 480억원이 증가하였다.

[4] 이와 같은 현황하에 현재 국내에서는 슬러지 처리 공정에 대한 구체적인 운영 방안이 존재하지 않는 실정이고, 오염물질의 발생 최소화, 효율적인 자원 투입 및 에너지 사용만을 권장하고 있다. 또한 지자체의 상호 연계 및 슬러지 처리 실태에 대한 정보를 공개하기 위한 하수 슬러지 처리 정보시스템을 개발하였으나, 효과적으로 운영되고 있지 않은 실정이다.

[5] 그간 국내외적으로, 하수처리장의 일련의 처리 과정에서 필수적으로 생산되는

탈수 케이크를 다시 자원으로 활용하고자 하는 다양한 연구가 진행되었고, 학계에 보고되어 왔다. 발생되는 탈수 케이크를 일련의 공정을 거쳐 비료로서 활용될 수 있다는 연구 사례, 소각로를 활용하여 발생되는 탈수 케이크를 제거하는 사례 및 탈수 케이크 내 성분 분류를 통해 질소 및 인과 같은 가치 있는 부산물을 생성하는 사례 등 다양한 연구 사례 및 현장 적용 사례가 보고되었다. 하지만, 하수처리장의 유입 성상은 개별 하수처리장마다 특징이 있고, 처리를 하는 일련의 공정 구성도 서로 다른 점이 있어 발생되는 탈수 케이크의 성상이 동일하지 않다는 점, 발생되는 탈수 케이크량이 일정하지 않다는 점 및 탈수 케이크를 효율적으로 관리하기 위한 추가적인 처리 또는 생산 공정이 필요하다는 점 등 때문에 실제적인 적용은 미비한 편이다.

[6] 이러한 상황에서, 공공하수처리시설 운영자들의 경우, 운영자의 경험적인 지식을 통해 독자적인 탈수 케이크 발생량 기준을 산정한 뒤, 침전지의 슬러지 계면 높이가 1/2이 되는 시점에 인발을 결정하는 등의 일률적인 기준을 정하여 슬러지 처리 시설을 운영하고 있다. 이는 과거 최적의 운전 사례가 있음에도, 이를 전혀 고려하지 못하고 단지 운전자의 그날그날 현장 경험에 근거하여 즉흥적인 운전을 유지하고 있다고 해도 무방하며, 이로 인해 발생되는 탈수 케이크량이 최적으로 유지되지 못하고 있는 실정이다. 하수처리장은 장기간 운전을 통하여, 과거 최적의 운전 사례가 축적되어 운전 시간이 누적됨에 따라, 효율적인 과거 운전 사례를 참고하여 공정을 유지하는 것이 바람직한 측면이 있는데, 현재 국내에서는 이와 같은 과거 운전 사례에 기반한 효율적인 탈수 케이크 발생량 관리가 전무한 실정이다.

[7] 따라서, 하수처리장에서 발생되는 탈수 케이크량 및 이와 연관된 슬러지 처리 공정의 운전 결과치들을 통계적으로 분석하여, 발생된 탈수 케이크량의 범위에 따라 어떠한 운전 조건으로 공정이 유지되어 왔는지에 대한 분석이 필요하며, 현재 발생되는 탈수 케이크량을 절감하고자 할 경우, 과거 효과적인 운전 사례들을 참고하여 적절한 운전 변경치를 제공해 줄 수 있는 관리 방법의 도출이 필요한 실정이다.

## 발명의 상세한 설명

## 기술적 과제

[8] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 하수처리장의 처리과정에서 생성되는 탈수 케이크의 정량적인 발생량 및 탈수 케이크 발생과 연관된 슬러지 처리 공정에서의 운전 자료들을 그룹화하여 탈수 케이크의 발생이 낮은 수준부터 높은 수준까지 분류하여, 발생되는 탈수 케이크량을 낮은 수준으로 운전하기 위해 현재의 운전 수준과 가장 유사하면서 운전 조절치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전 사례를 제시하여 탈수 케이크의 발생량을 효율적으로 관리할 수 있는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

## 과제 해결 수단

[9] 본 발명에 의하면, 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터를 호출하는 데이터호출부; 상기 데이터호출부로부터 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량을 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크가 어떤 그룹에 해당하는지를 진단해 주는 탈수 케이크 발생량 진단부;상기 탈수 케이크 발생량 진단부로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 도출하여 운전 변경치를 최소화해 주는 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경부; 및 상기 탈수 케이크 발생량 변경부에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템을 제공한다.

[10] 한편, 상기 데이터호출부는 개별 하수처리장에서 별도로 운영되고 있는 데이터베이스에 축적되는 과거의 모든 데이터 중 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들을 자동으로 호출하는 것을 특징으로 한다.

[11] 한편, 상기 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들은 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[12] 한편, 상기 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량의 그룹화는 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화됨과 동시에 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화되는 것을 특징으로 한다.

[13] 한편, 상기 탈수 케이크 발생량 변경부의 분류된 각 그룹 간의 최소거리의 도출은 마할라노비스 거리($d_{ik}$)를 적용하여 각 그룹 간 최소거리를 계산하는 것을 특징으로 한다.

[14] 또한 본 발명에 의하면, 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상으로 구성되는 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터들을 자동으로 호출하는 데이터호출단계; 상기 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화함과 동시에 탈수

케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크량의 그룹을 진단하고 아울러 진단된 그룹에 해당하는 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치를 제공해 주는 탈수 케이크 발생량 진단단계; 상기 탈수 케이크 발생량 진단단계로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 계산하여 현재 운전조건과 가장 유사하면서 운전변경치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경단계; 및 상기 탈수 케이크 발생량 변경단계에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용단계;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리방법을 제공한다.

[15] 한편, 상기 탈수 케이크 발생량 변경단계의 분류된 각 그룹 간의 최소거리의 도출은 마할라노비스 거리($d_{ik}$)를 적용하여 각 그룹 간 최소거리를 계산하는 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

[16] 기존의 하수처리장에서 탈수 케이크 관리를 위한 방법은 전문적인 분석이 없이 현장 운전자의 주관적인 판단하에, 단위 공정의 인발량 등을 조절하여 효과적으로 탈수 케이크 발생량을 관리하기가 힘들었지만, 본 발명은 다변량 통계 분석기법을 적용하여, 과거의 운전 사례 중 현재 운전 조건과 가장 유사하면서 탈수 케이크 발생량을 절감할 수 있는 운전 조건을 제시해줄 수 있으며, 이를 통해 공정 변경을 최소화하면서 탈수 케이크 발생량을 절감할 수 있는 장점이 있다.

[17] 또한, 현재 발생되는 탈수 케이크량이 과거 사례들에 기반하였을 경우, 어느 수준에서 운영되고 있다는 부분을 확인할 수 있으며, 효율적인 공정 운전을 위한 필수 주요 항목들에 포함될 수 있는 운전 변수를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다.

[18] 또한, 공정 변동을 최소화하면서 탈수 케이크 발생량을 현재 수준보다 낮은 수준으로 조절하여, 탈수 케이크 발생량을 지속적으로 낮게 유지할 수 있으며, 이와 같은 운전 데이터가 계속 누적되면서, 해당 하수처리장에서 절감할 수 있는 최적의 운전 조건이 계속적으로 도출되어 효율적인 하수처리장 탈수 케이크 관리가 가능하다.

## 도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템을 나타내는 구성도이다.

[20] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 탈수 케이크의 발생량 관리방법을 나타내는 순서도이다.

[21] 도 3은 도 2의 각 그룹간의 최소거리를 도출하기 위한 마할라노비스 거리를

통한 최적의 과거 운전사례를 나타내는 개념도이다.

## 발명의 실시를 위한 최선의 형태

[22] 본 발명에 의하면, 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터를 호출하는 데이터호출부; 상기 데이터호출부로부터 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량을 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크가 어떤 그룹에 해당하는지를 진단해 주는 탈수 케이크 발생량 진단부;상기 탈수 케이크 발생량 진단부로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 도출하여 운전 변경치를 최소화해 주는 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경부; 및 상기 탈수 케이크 발생량 변경부에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템을 제공한다.

## 발명의 실시를 위한 형태

[23] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[24] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템을 나타내는 구성도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 탈수 케이크의 발생량 관리방법을 나타내는 순서도이고, 도 3은 도 2의 각 그룹간의 최소거리를 도출하기 위한 마할라노비스 거리를 통한 최적의 과거 운전사례를 나타내는 개념도이다.

[25] 도 1을 참조하면, 본 발명에 의한 탈수 케이크의 발생량 관리시스템(10)은 데이터호출부(100), 탈수 케이크 발생량 진단부(200), 탈수 케이크 발생량 변경부(300) 및 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부(400)를 포함한다.

[26] 상기 데이터호출부(100)는 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터를 호출하는 역할을 한다. 여기서, 상기 유입/유출 수질 데이터는 유입/유출유량과 유입/유출성분농도($BOD_5$, $COD_{Mn}$, SS, TN, TP 등)를 포함한다. 그리고 공정운영 데이터는 하수처리장의 폭기량, 슬러지폐기량, 슬러지반송량, 약품주입량, 침전능 및 반응조 내 부유물질 농도 중 적어도 하나 이상을 포함한다.

[27] 따라서 상기 데이터호출부(100)는 이와 같은 다양한 입력 데이터들로부터 실제

하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터들을 사전에 선정하여 일별 데이터들을 호출할 수 있는 것이다. 한편, 상기 데이터호출부(100)는 개별 하수처리장에서 별도로 운영되고 있는 데이터베이스에 축적되는 과거의 모든 데이터 중 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들을 자동으로 호출할 수도 있다. 특히, 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들은 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상으로 구성될 수 있다.

[28] 상기 탈수 케이크 발생량 진단부(200)는 상기 데이터호출부(100)로부터 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량을 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크가 어떤 그룹에 해당하는지를 진단해 주는 역할을 한다.

[29] 상기 탈수 케이크 발생량 진단부(200)에 대해 좀 더 살펴보면, 상기 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량의 그룹화는 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화하고, 동시에 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화시키게 된다. 즉, 탈수 케이크 발생량의 그룹화는 다변량 통계분석 기법 중 K-평균 군집분석을 적용하여, 탈수 케이크 발생량을 그룹별로 분류하고, 분류된 각 그룹 내에서 슬러지 처리 공정과 연관된 운전 자료들이 데이터 셋의 형태로 존재하게 된다. 탈수 케이크 발생량 진단은 현재 발생된 탈수 케이크의 양에 따라 해당 수준을 제시할 수 있게 되며, 본 발명의 실시예에서는 발생량이 낮은 1 수준에서 발생량이 가장 높은 6 수준으로 분류하였다. 분류된 그룹은 해당되는 하수처리장 탈수 케이크 발생량에 따라 달라지게 될 수 있지만, 발명에서는 K-평균 군집분석을 적용하였으나, 발생량 수준 분류를 가능하게 할 수 1 ~ 6개의 그룹이 바람직하다. 또한, 탈수 케이크 발생량에 따른 분류를 위해 본 있는 다른 다변량 통계 분석 기법 적용도 가능할 것이다.

[30] 상기 탈수 케이크 발생량 변경부(300)는 상기 탈수 케이크 발생량 진단부(200)로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 도출하여 운전 변경치를 최소화해 주는 과거 운전사례를 제시해 주는 역할을 한다.

[31] 탈수 케이크 발생량에 대한 진단이 수행된 이후, 새로운 수준으로 탈수 케이크 발생량을 조절하고 싶을 경우, 본 발명에서는 그룹간 최소 거리를 도출하기 위해 마할라노비스 거리를 적용하여 새로운 최적의 운전 조건을 제시하였다. 각 분류된 수준에는 다수의 데이터 셋들이 존재하며, 현재의 운전조건과 비교하여 운전 변경치를 최소화화면서 발생량 수준을 변경하는 것이 공정운전에 효과적이므로, 마할라노비스 거리를 적용하여, 새로운 수준과 운전 변경치가

최소가 될 수 있는 데이터 셋을 제시하게 된다. 이를 통해 탈수 케이크 발생량을 다른 수준으로 변경하였을 경우, 생슬러지 인발량의 증감, 중력농축슬러지 인발량의 증감, 생농축기슬러지 인발량 증감, 잉여슬러지 인발량 증감, 잉여농축기슬러지 인발량 증감, 혼합슬러지 인발량 증감, 소화조 유입량 증감, 탈수기 유입량 증감이 현재 운전 조건치 대비 몇 %가 되는지 알려 준다. 본 발명에서는 각 수준간의 최소거리를 계산하기 위해 마할라노비스 거리가 적용되었지만, 최소거리를 도출할 수 있는 다른 계산법의 적용도 가능할 것이다.

[32] 상기 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부(400)는 상기 탈수 케이크 발생량 변경부(300)에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 역할을 한다. 하수처리장 운전자는 탈수 케이크에 대한 정량적인 절감 수치를 확인한 이후, 이를 통한 운전 조건으로 하수처리장 슬러지 처리 공정을 운전하길 원할 경우, 각 구동기에 설정치를 입력하고 적용 결과를 확인하게 된다. 호출된 절감 운전조건은 자동적으로 하수처리장 운전에 반영되는 것보다 하수처리장 운전자의 의사결정 이후 적용되는 것이 바람직하다.

[33] 도 2를 참조하여 본 발명에 의한 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리방법을 설명하면 다음과 같다.

[34] 제 1단계는 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상으로 구성되는 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터들을 자동으로 호출하는 데이터호출단계이다(S110).

[35] 제 2단계는 상기 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화함과 동시에 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크량의 그룹을 진단하고 아울러 진단된 그룹에 해당하는 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치를 제공해 주는 탈수 케이크 발생량 진단단계이다(S120)

[36] 제 3단계는 상기 탈수 케이크 발생량 진단단계(S120)로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 계산하여 현재 운전조건과 가장 유사하면서 운전변경치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경단계이다(S130).

[37] 제 4단계는 상기 탈수 케이크 발생량 변경단계(S130)에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용단계이다(S140).

[38] 이하, 실시예를 기준으로 본 발명에서 언급하는 하수처리장에서 생성되는 탈수

케이크의 발생량 관리방법을 설명하기로 한다.

[39] 본 실시예에서는 D시에 위치한 S 하수처리장을 대상으로 실시 적용하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

[40] D시에 위치한 S 하수처리장은 단계별로 슬러지의 함수율을 줄여 나가며 최종적으로 탈수 케이크를 만들게 된다.

[41] 하수처리장 데이터베이스로부터 하수처리장 탈수 케이크 발생과 연계된 운전 변수들이 일별 데이터 셋들로 수집되었다. 수집된 데이터는 2012년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지의 총 1년간의 데이터였고, 호출된 운전 변수는 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 음식물침출수 인발량, 일차소화조 유입량, 이차 소화조 유입량, 탈수기 유입량이었다.

[42] 호출된 데이터들에 대해서 K-평균 군집분석 기법을 적용하여 탈수 케이크 발생량에 따른 수준을 분류하였다. K-평균 군집분석은 한 개체가 속해있던 군집에서 다른 군집으로 이동하는 재배치(reallocation)가 가능하다. 초기 군집 수 k를 결정한 다음, 나머지 개체들은 각 군집의 초기값과 거리를 계산하여 가까운 초기값과 같은 군집을 형성하게 된다. 이후 모든 개체가 군집으로 할당된 후 다른 군집의 중심과 거리를 계산하고, 개체가 속해 있는 군집 중심과의 거리가 다른 군집중심과의 거리보다 크면 개체를 다른 군집으로 옮기게 된다. 옮긴 후 두 군집의 중심을 다시 구하게 되며 다시 각 군집 중심과의 거리를 계산하게 된다. 이와 같은 과정을 반복하여 더 이상 개체의 군집 간 이동이 없을 때 멈추고 이를 최적의 군집으로 결정하게 된다.

[43] K-평균 군집분석을 통해 탈수 케이크의 발생량을 6개의 그룹으로 나누었을 때 그룹의 개수가 정규분포를 띄었다. 탈수 케이크의 양이 가장 많은 수준을 6으로, 가장 적은 수준을 1로 설정하였으며, 수준 6은 16개의 운전 데이터셋들이 포함되었고, 수준 5는 38개, 수준 4는 86개, 수준 3은 98개, 수준 2는 70개, 수준 1은 24개의 케이스로 분류되었다. 각 수준별 최대, 최소 및 평균 탈수 케이크 발생량은 다음과 같다.

[44] 수준 6 : 최대 231.8 ton, 최소 191.0 ton, 평균 210.4 ton

[45] 수준 5 : 최대 189.0 ton, 최소 154.2 ton, 평균 169.0 ton

[46] 수준 4 : 최대 151.9 ton, 최소 122.7 ton, 평균 137.2 ton

[47] 수준 3 : 최대 121.5 ton, 최소 94.6 ton, 평균 107.5 ton

[48] 수준 2 : 최대 94.3 ton, 최소 68.8 ton, 평균 81.5 ton

[49] 수준 1 : 최대 67.0 ton, 최소 30.3 ton, 평균 55.6 ton

[50] 탈수 케이크의 발생량과 2단 소화조의 인발량 및 탈수 저류조의 인발량은 상관관계가 높았으나, 나머지 항목들은 탈수 케이크의 발생량과 상관관계가 높지 않음을 확인하였다. 이는 생슬러지 인발량이나 잉여슬러지의 인발량이 많다고 해서 탈수 케이크의 양이 많아지는 것이 아니라는 의미를 가질 수 있다. 또한 슬러지 처리에 있어 일률적인 기준으로 생슬러지와 잉여슬러지의

인발량을 조절하지 않아도 됨을 의미한다. 도출된 각 수준별 탈수 케이크 발생량에 따른 공정 운전 특성을 [표 1]에 나타내었다.

[51] 표 1

[Table 1]

| Item | Primary settling sludge($m^3$/d) | Gravity thickener($m^3$/d) | Thickener($m^3$/d) | Secondary settlingsludge($m^3$/d) | Thickening centrate($m^3$/d) | Mixed retaining sludge($m^3$/d) | Food waste leachates($m^3$/d) | 1 stepdigester($m^3$/d) | 2 step digester($m^3$/d) | Dewatering centrifuges($m^3$/d) | Dewatering Cake(ton/d) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 수준6(Mean) | 3248.6 | 2083.1 | 1284.6 | 3043.2 | 287.9 | 1572.5 | 355.6 | 1928.6 | 1619.4 | 1632.4 | 210.4 |
| 수준5(Mean) | 3717.0 | 2148.0 | 1303.1 | 3240.8 | 292.4 | 1595.4 | 362.6 | 1958.3 | 1381.4 | 1386.8 | 169 |
| 수준4(Mean) | 3660.5 | 1948.1 | 1250.5 | 3248.6 | 278.0 | 1528.6 | 345.6 | 1874.7 | 1277.6 | 1294.5 | 137.2 |
| 수준3(Mean) | 3525.0 | 1692.6 | 1090.2 | 2460.2 | 203.1 | 1293.4 | 368.3 | 1662.2 | 1113.0 | 1134.7 | 107.5 |
| 수준2(Mean) | 3347.4 | 1593.6 | 988.8 | 1956.7 | 151.4 | 1140.2 | 369.0 | 1509.6 | 890.3 | 907.3 | 81.5 |
| 수준1(Mean) | 3542.9 | 1374.9 | 1010.3 | 1911.8 | 137.5 | 1147.8 | 360.3 | 1509.0 | 807.7 | 803.5 | 55.6 |

[52] 만약, 오늘의 탈수 케이크 발생량이 169.64 ton이라면, 이는 수준 5에 소속되게 되며, 이에 대한 정보를 운전자에게 제공하게 된다. 또한, 실제 운전 데이터들의 값들이 생슬러지 인발량 4,074 $m^3$/day, 중력농축슬러지 인발량 2,462 $m^3$/day, 생농축기슬러지 인발량 1,478 $m^3$/day, 잉여슬러지 인발량 2,215 $m^3$/day, 잉여농축기슬러지 인발량 134 $m^3$/day, 혼합슬러지 인발량 1,612 $m^3$/day, 음식물침출수 인발량 360 $m^3$/day, 일차소화조 유입량이 1,972 $m^3$/day, 이차

소화조 유입량이 1,699 $m^3$/day, 탈수기 유입량이 1,626 $m^3$/day일 경우, 운전자는 오늘의 운전 데이터셋과 [표 1]의 수준 5의 각 항목 값들의 평균값과 비교하여 동일 수준 내에서도 어느 정도 차이가 발생하는지를 확인할 수 있다.

[53] 실제 오늘의 탈수 케이크 발생량이 수준 5라면, 이를 다른 수준으로 변동하여 탈수 케이크 발생량을 절감할 수 있는 최적의 운전 방안을 도출하기 위해 본 발명에서는 마할라노비스 거리를 적용하였다. 마할라노비스 거리($d_{ik}$)는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

[54]
$$d_{ik} = [(X_i - X_k)' S^{-1} (X_i - X_k)]^{\frac{1}{2}}$$

[55] 여기서, $S = \{s_{ik}\}$는 공분산행렬을 의미한다. 공분산 행렬은 변수의 개수 k에 따라 k*k의 형태를 가지게 된다. 본 발명에서 마할라노비스 거리를 적용한 이유는 탈수 케이크 관리 방법에 적용된 변수의 크기가 서로 다르기 때문이다. 본 발명에서 적용한 마할라노비스 거리 외에 이를 고려할 수 있는 다른 방법이 있다면, 수준간 최소 거리 도출을 위해 적용가능할 것이다.

[56] 도 3에 마할라노비스 거리를 통한 최적 과거 운전 사례를 찾는 개념도를 나타내었다. 각 수준에는 다수의 데이터셋들이 존재하게 되며, 현재의 운전 데이터셋과 가장 거리가 가까운, 다시 말해 운전 변경치를 최소화할 수 있는 최적의 운전 사례가 마할라노비스 거리 계산을 통해 도출되며, 도출된 데이터셋이 최적 운전 사례가 된다.

[57] 앞서 언급한 바와 같이, 오늘의 탈수 케이크 발생량이 169.64 ton이고, 운전 데이터들의 값들이 생슬러지 인발량 4,074 $m^3$/day, 중력농축슬러지 인발량 2,462 $m^3$/day, 생농축기슬러지 인발량 1,478 $m^3$/day, 잉여슬러지 인발량 2,215 $m^3$/day, 잉여농축기슬러지 인발량 134 $m^3$/day, 혼합슬러지 인발량 1,612 $m^3$/day, 음식물침출수 인발량 360 $m^3$/day, 일차소화조 유입량이 1,972 $m^3$/day, 이차소화조 유입량이 1,699 $m^3$/day, 탈수기 유입량이 1,626 $m^3$/day일 경우, 수준 5로 판정된다. 이를 수준 4로 탈수 케이크 발생량을 절감하고 싶다면, 오늘의 데이터셋들과 수준 4에 속하는 데이터셋들과의 마할라노비스 거리를 구하고, 최소의 값을 가지는 과거의 운전 조건들을 운전자에게 제공하게 된다. 이에 대한 실제 계산 결과(탈수 케이크 발생량 수준 변경 적용시 최적 운전 변경치 제공 예시)를 [표 2]에 나타내었다.

[58] 표 2

[Table 2]

| | Today Data | Solution Data | Comparison |
|---|---|---|---|
| Primary settling sludge ($m^3$/d) | 4,074 | 4,158 | +2 % |
| Gravity thickener ($m^3$/d) | 2,462 | 1,731 | -30 % |
| Thickener ($m^3$/d) | 1,478 | 1,390 | -6 % |
| Secondary settling sludge ($m^3$/d) | 2,215 | 2,188 | - |
| Thickening centrate ($m^3$/d) | 134 | 138 | - |
| Mixed retaining sludge ($m^3$/d) | 1,612 | 1,528 | -5 % |
| Food waste leachates ($m^3$/d) | 360 | 528 | +47 % |
| 1 step digester ($m^3$/d) | 1,972 | 2,056 | +4 % |
| 2 step digester ($m^3$/d) | 1,699 | 1,677 | - |
| Dewatering centrifuges ($m^3$/d) | 1,626 | 1,680 | - |
| Dewatering Cake (ton) | 169.64 | 148.63 | **-12 %** |

[59] 수준 5에서 수준 4로의 변동을 원했을 경우, 중력농축기(Gravity thickener)에서의 체류시간을 증가시키는 동시에 인발량을 30% 감소하고, 음식물침출수 인발량(Food waste leachates)을 약 47% 증가시킨다면 탈수 케이크의 양이 약 11 ton 감소할 수 있는 것으로 확인되었다. 이는 과거 유사한 운전 사례들 중 현재의 데이터셋들의 운전 변동치를 최소화할 수 있으면서 수준 4로의 이동이 가능한 과거 최적 운전 사례를 제시한 것이라 할 수 있다.

[60] 이를 통해 하수처리장 운전자의 의사결정하에 도출된 운전 조건을 적용한다면, 체류시간 및 인발량 등을 조절하게 되어, 탈수 케이크 발생량이 절감될 수 있을 것으로 판단된다.

[61] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 사상과 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 산업상 이용가능성

[62] 본 발명은 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리 시스템 및 그 방법에 관한 것이기 때문에 하수처리장을 포함한 다양한 수처리시설에 널리 이용될 수 있을 것이다.

# 청구범위

[청구항 1] 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터를 호출하는 데이터호출부;
상기 데이터호출부로부터 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량을 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크가 어떤 그룹에 해당하는지를 진단해 주는 탈수 케이크 발생량 진단부;
상기 탈수 케이크 발생량 진단부로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 도출하여 운전 변경치를 최소화해 주는 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경부; 및
상기 탈수 케이크 발생량 변경부에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용부;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 데이터호출부는 개별 하수처리장에서 별도로 운영되고 있는 데이터베이스에 축적되는 과거의 모든 데이터 중 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들을 자동으로 호출하는 것을 특징으로 하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템.

[청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 하수처리장의 탈수 케이크 발생량과 연관성이 있는 주요 데이터들은 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상인 것을 특징으로 하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템.

[청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량의 그룹화는 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화됨과 동시에 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화되는 것을 특징으로 하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템.

[청구항 5] 제 1항에 있어서,

상기 탈수 케이크 발생량 변경부의 분류된 각 그룹 간의 최소거리의 도출은 아래의 수학식을 만족하는 마할라노비스 거리($d_{ik}$)를 적용하여 각 그룹 간 최소거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리시스템.

$$d_{ik} = [(X_i - X_k)' S^{-1} (X_i - X_k)]^{\frac{1}{2}}$$

여기서, $S=\{s_{ik}\}$는 공분산행렬을 의미함.

[청구항 6] 하수처리장의 유입/유출 수질 데이터 및 공정운영 데이터를 저장하는 데이터베이스로부터 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량, 생농축기슬러지 인발량, 잉여슬러지 인발량, 잉여농축기슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량, 소화조 유입량, 탈수기 유입량 중에서 적어도 하나 이상으로 구성되는 하수처리장의 탈수 케이크 발생량 관리에 필요한 데이터들을 자동으로 호출하는 데이터호출단계;

상기 호출된 데이터를 전달받아 상기 호출된 데이터에 대해 다변량 통계 분석기법을 적용하여 하수처리장의 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준부터 높은 수준까지 그룹화함과 동시에 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치도 함께 그룹화하고, 상기 그룹화된 결과치에 대해 현재 발생되는 탈수 케이크량의 그룹을 진단하고 아울러 진단된 그룹에 해당하는 탈수 케이크의 발생량과 연관된 단위공정들의 운전결과치를 제공해 주는 탈수 케이크 발생량 진단단계;

상기 탈수 케이크 발생량 진단단계로부터 도출된 진단결과를 탈수 케이크의 발생량이 낮은 수준으로 운전하고자 할 경우, 분류된 각 그룹 간의 최소거리를 계산하여 현재 운전조건과 가장 유사하면서 운전변경치를 최소화할 수 있는 최적의 과거 운전사례를 제시해 주는 탈수 케이크 발생량 변경단계; 및

상기 탈수 케이크 발생량 변경단계에 의해 변경된 운전조건을 하수처리장의 각 구동기(actuator)에 적용하는 탈수 케이크 절감 운전조건 적용단계;를 포함하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량 관리방법.

[청구항 7] 제 6항에 있어서,

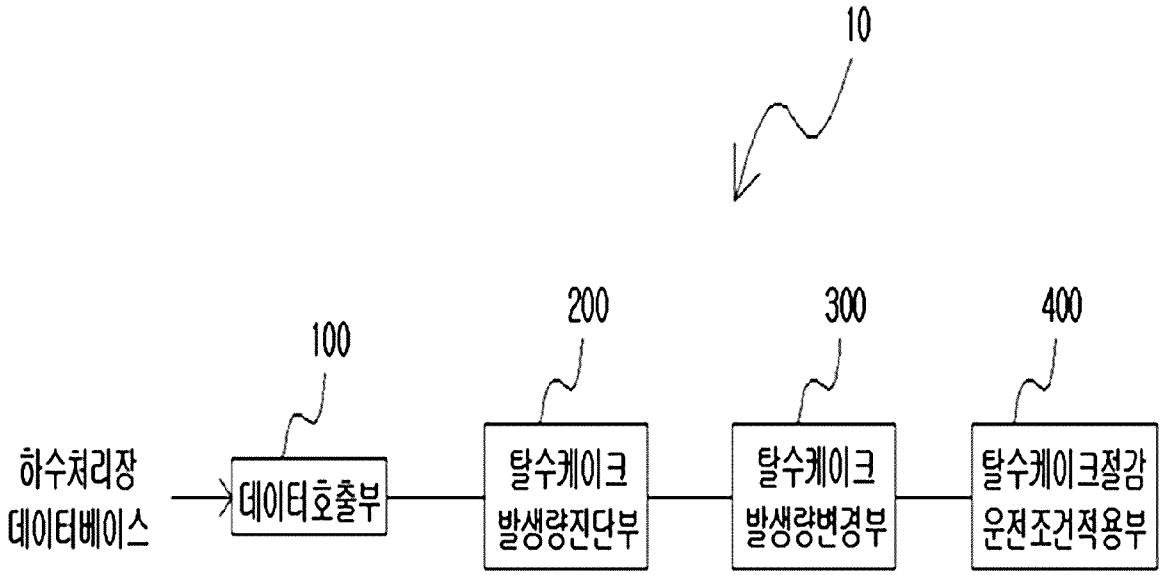
상기 탈수 케이크 발생량 변경단계의 분류된 각 그룹 간의 최소거리의 도출은 아래의 수학식을 만족하는 마할라노비스 거리($d_{ik}$)를 적용하여 각 그룹 간 최소거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 하수처리장에서 생성되는 탈수 케이크의 발생량

관리방법.

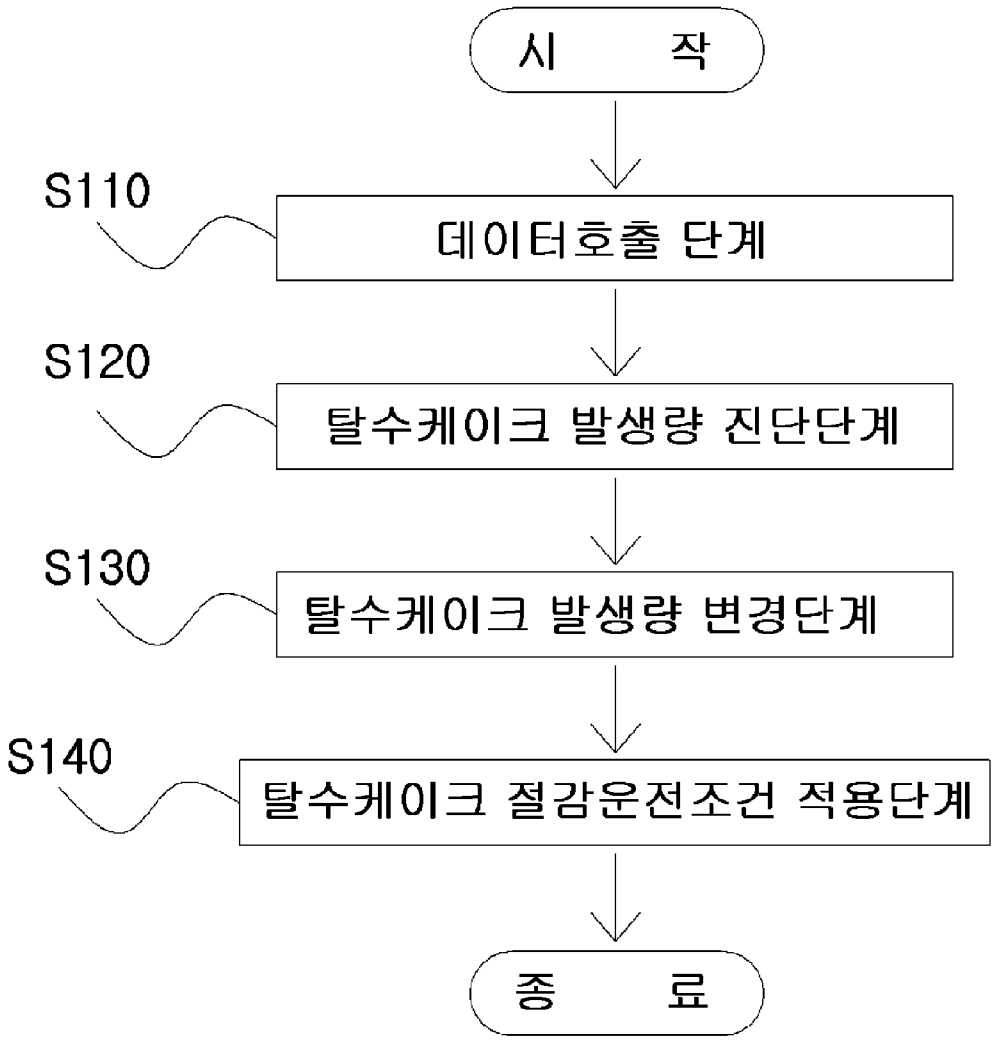
$$d_{ik} = [(X_i - X_k)' S^{-1} (X_i - X_k)]^{\frac{1}{2}}$$

여기서, $S=\{s_{ik}\}$는 공분산행렬을 의미함.

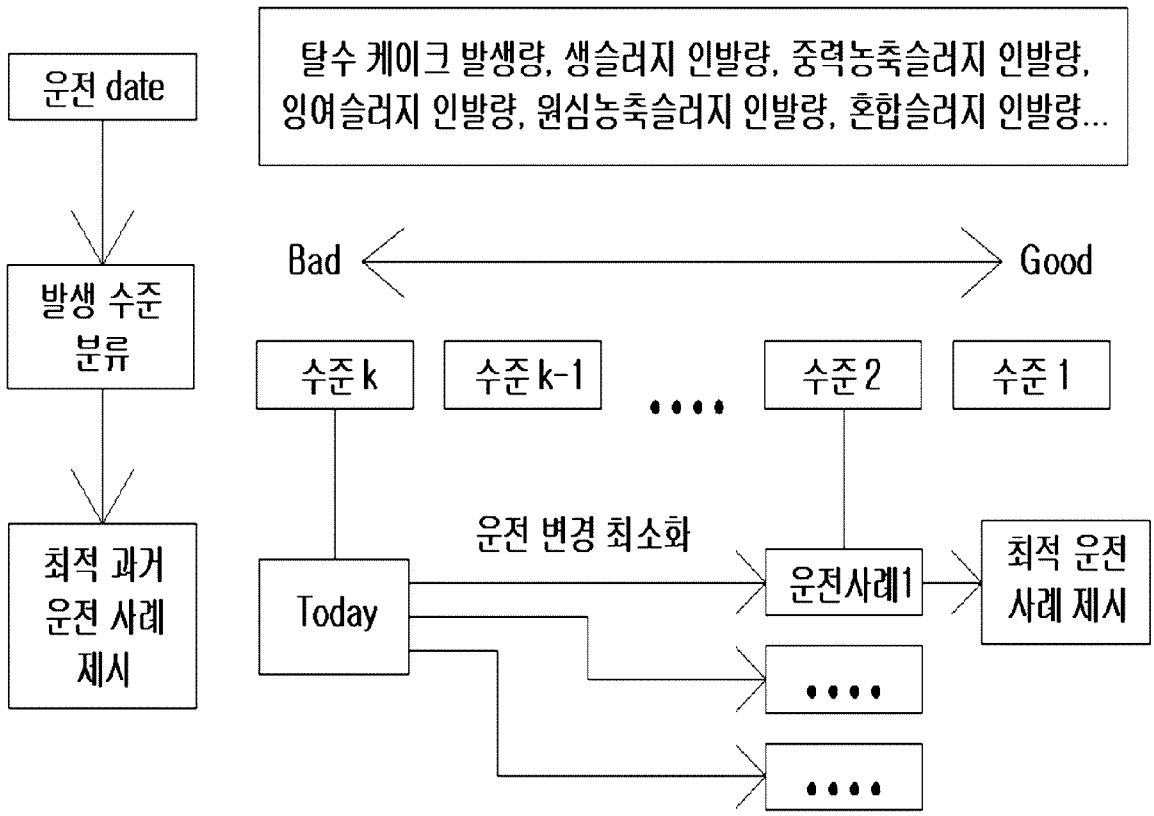
[Fig. 1]


10
100
200
300
400
하수처리장
데이터베이스
데이터호출부
탈수케이크
발생량진단부
탈수케이크
발생량변경부
탈수케이크절감
운전조건적용부

[Fig. 2]


시 작
S110
데이터호출 단계
S120
탈수케이크 발생량 진단단계
S130
탈수케이크 발생량 변경단계
S140
탈수케이크 절감운전조건 적용단계
종 료

[Fig. 3]


운전 date
탈수 케이크 발생량, 생슬러지 인발량, 중력농축슬러지 인발량,
잉여슬러지 인발량, 원심농축슬러지 인발량, 혼합슬러지 인발량...
발생 수준
분류
Bad
Good
수준 k
수준 k-1
수준 2
수준 1
최적 과거
운전 사례
제시
운전 변경 최소화
Today
운전사례1
최적 운전
사례 제시

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/KR2014/002584**

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***G06Q 50/06(2012.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 50/06; B01D 21/01; C02F 3/30; C02F 11/12; C02F 3/12; C02F 11/14; C02F 1/00; G05D 21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: sewage treatment, dewatering cake, analysis, drive

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | JP 2007-229550 A (TOSHIBA CORP.) 13 September 2007<br>See abstract, paragraphs [0022], [0081]-[0082], claim 1 and figure 1. | 1-7 |
| A | JP 2004-267865 A (HITACHI LTD.) 30 September 2004<br>See abstract, claim 1 and figure 4. | 1-7 |
| A | JP 2006-026587 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 02 February 2006<br>See abstract, claim 1 and figure 1. | 1-7 |
| A | JP 07-275882 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 24 October 1995<br>See abstract, paragraph [0023] and claims 1-3. | 1-7 |
| A | JP 2005-246311 A (NGK INSULATORS LTD.) 15 September 2005<br>See abstract, claim 1 and figure 5. | 1-7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 23 DECEMBER 2014 (23.12.2014) | **23 DECEMBER 2014 (23.12.2014)** |
| Name and mailing address of the ISA/**KR**<br>Korean Intellectual Property Office<br>Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea<br>Facsimile No. 82-42-472-7140 | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
**PCT/KR2014/002584**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|---|---|---|---|
| JP 2007-229550 A | 13/09/2007 | JP 5022610 B2 | 12/09/2012 |
| JP 2004-267865 A | 30/09/2004 | NONE | |
| JP 2006-026587 A | 02/02/2006 | NONE | |
| JP 07-275882A | 24/10/1995 | JP 3460211 B2 | 27/10/2003 |
| JP 2005-246311 A | 15/09/2005 | NONE | |

# 국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
**PCT/KR2014/002584**

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

**G06Q 50/06(2012.01)i**

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 50/06; B01D 21/01; C02F 3/30; C02F 11/12; C02F 3/12; C02F 11/14; C02F 1/00; G05D 21/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:하수처리, 탈수 케이크, 분석, 운전

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 |
|---|---|---|
| X | JP 2007-229550 A (TOSHIBA CORP.) 2007.09.13<br>요약, 단락 [0022],[0081]-[0082], 청구항 1 및 도면 1 참조. | 1-7 |
| A | JP 2004-267865 A (HITACHI LTD.) 2004.09.30<br>요약, 청구항 1 및 도면 4 참조. | 1-7 |
| A | JP 2006-026587 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 2006.02.02<br>요약, 청구항 1 및 도면 1 참조. | 1-7 |
| A | JP 07-275882 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 1995.10.24<br>요약, 단락 [0023] 및 청구항 1-3 참조. | 1-7 |
| A | JP 2005-246311 A (NGK INSULATORS LTD.) 2005.09.15<br>요약, 청구항 1 및 도면 5 참조. | 1-7 |

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

| 국제조사의 실제 완료일 | 국제조사보고서 발송일 |
|---|---|
| 2014년 12월 23일 (23.12.2014) | 2014년 12월 23일 (23.12.2014) |


ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
홍경희
전화번호 +82-42-481-5781

# 국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
**PCT/KR2014/002584**

| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|---|---|---|---|
| JP 2007-229550 A | 2007/09/13 | JP 5022610 B2 | 2012/09/12 |
| JP 2004-267865 A | 2004/09/30 | 없음 | |
| JP 2006-026587 A | 2006/02/02 | 없음 | |
| JP 07-275882A | 1995/10/24 | JP 3460211 B2 | 2003/10/27 |
| JP 2005-246311 A | 2005/09/15 | 없음 | |