



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0049006  
(43) 공개일자 2021년05월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 10/06 (2012.01) G06Q 10/04 (2012.01)  
G06Q 50/26 (2012.01)
- (52) CPC특허분류  
G06Q 10/06375 (2013.01)  
G06Q 10/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0137960
- (22) 출원일자 2020년10월23일  
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장  
1020190132812 2019년10월24일 대한민국(KR)

- (71) 출원인  
한국전자기술연구원  
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)
- 김장경  
경기도 과천시 별양로 164, 714동 1101호 (부림동, 과천 센트럴파크 푸르지오 써밋)
- (72) 발명자  
정승명  
경기도 성남시 중원구 도촌남로 22, 114동 303호
- 김장경  
경기도 과천시 별양로 164, 714동 1101호 (부림동, 과천 센트럴파크 푸르지오 써밋)
- (74) 대리인  
남충우

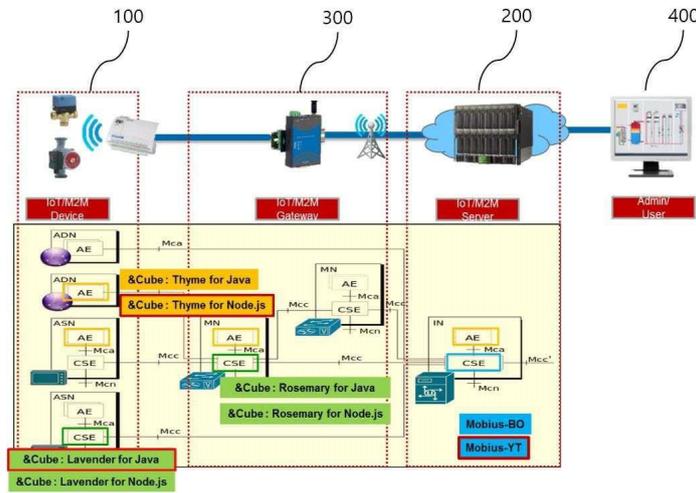
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 스마트시티 물수요 예측 방법

(57) 요약

스마트시티에 적용가능한 물수요 예측 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 방법은, IoT 단말이 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하는 단계; IoT 단말이, 수집된 측정 데이터를 서버로 전달하는 단계; 및 서버가 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성하는 단계;를 포함한다. 이에 의해, 정확한 물자원 수요예측을 통해, 정수처리시설 및 물공급 시설 등 물자원 인프라의 운영에 기여할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류  
**G06Q 50/26** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485016897
과제번호	ARQ201903065002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	지능형도시수자원관리(R&D)
연구과제명	물수요·물공급(SWG)·물순환(LID) 데이터 통합관리 초연결 플랫폼 기반 분석 및 예
측 기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자기술연구원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

IoT 단말이 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하는 단계;

IoT 단말이, 수집된 측정 데이터를 서버로 전달하는 단계; 및

서버가 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성하는 단계;를 포함하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

생성하는 단계는,

예측 알고리즘으로서, k-Nearest Neighbor(k-NN) Regression 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

생성하는 단계는,

측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 어느 시계열 패턴 그룹에 속하는지 분류하고, 분류 결과에 따라 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

생성하는 단계는,

마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로 k번째까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고,

추출된 과거 시계열 패턴의 계측시계열 값을 핵밀도함수(Kernel Density Estimation)에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

생성하는 단계는,

예측시계열 성능이 향상되도록 하기 위해, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

**청구항 6**

청구항 1에 있어서,

서버가 별도로 마련되는 외부 공공 데이터 포털 서버로부터 기존 계측 자료를 수신하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

**청구항 7**

청구항 6에 있어서,

생성하는 단계는,

기존 계측 자료를 이용하여, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하기 위한 과거 시계열 패턴 그룹을 생성하여 저장하는 것을 특징으로 하는 스마트시티 물수요 예측 방법.

**청구항 8**

수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하는 IoT 단말; 및

IoT 단말로부터 수집된 측정 데이터를 수신하고, 수신된 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성하는 서버;를 포함하는 스마트시티 물수요 예측 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 물수요 예측 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스마트시티에 적용가능한 물수요 예측 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 기존에는 수자원 부족 현상을 해소하고, 수도시설의 경제적 운영관리를 위하여 통합 운영센터 구축을 통한 물자원 운영시스템이 운영되고 있다.

[0004] 이러한 물자원 운영시스템은, 수요예측 및 취·송수제어 프로그램에 의해 각 지자체별 수요예측값 산출 후 이에 기반한 사업장별 유량, 수위 및 펌프운전 계획을 통해 이루어지고 있다.

[0005] 그러나 지자체별 수요패턴의 불규칙성, 지자체 사업장 운영 데이터의 미공유, 수도 사고시 연계운영에 따른 사업장별 운영패턴의 변화 및 잦은 전력요금체계 변경 등의 환경변화로 정확한 수요예측이 어려워 사업장별 최적의 경제적 운영에 한계성이 나타나고 있다.

[0006] 따라서, ICT, 빅데이터 등 신기술을 접목하여 가용 수자원의 수량 및 수질에 대한 정보의 수집 및 관리를 효율적으로 수행하며, 정확한 수요예측을 통해, 정수처리시설 및 물공급 시설의 운영에 기여할 수 있는 방안의 모색이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, IoT 기술을 이용하여 수자원 인프라의 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하고, 이를 예측 알고리즘에 적용하는 방식으로, 보다 정확하

게 물수요 예측 결과를 도출할 수 있는 스마트시티 물수요 예측 방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 스마트시티 물수요 예측 방법은, IoT 단말이 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하는 단계; IoT 단말이, 수집된 측정 데이터를 서버로 전달하는 단계; 및 서버가 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성하는 단계;를 포함한다.
- [0011] 그리고 생성하는 단계는, 예측 알고리즘으로서, k-Nearest Neighbor(k-NN) Regression 방법을 이용할 수 있다.
- [0012] 또한, 생성하는 단계는, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 예측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 어느 시계열 패턴 그룹에 속하는지 분류하고, 분류 결과에 따라 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0013] 그리고 생성하는 단계는, 마지막 시계열의 예측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로 k번째 까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고, 추출된 과거 시계열 패턴의 예측시계열 값을 핵밀도함수(Kernel Density Estimation)에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정할 수 있다.
- [0014] 또한, 생성하는 단계는, 예측시계열 성능이 향상되도록 하기 위해, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 할 수 있다.
- [0015] 그리고 본 발명의 일 실시예에 따른, 스마트시티 물수요 예측 방법은, 서버가 별도로 마련되는 외부 공공 데이터 포털 서버로부터 기존 예측 자료를 수신하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 생성하는 단계는, 기존 예측 자료를 이용하여, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하기 위한 과거 시계열 패턴 그룹을 생성하여 저장할 수 있다.
- [0017] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 스마트시티 물수요 예측 시스템은, 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하는 IoT 단말; 및 IoT 단말로부터 수집된 측정 데이터를 수신하고, 수신된 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성하는 서버;를 포함한다.

**발명의 효과**

- [0019] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 정확한 물자원 수요예측을 통해, 정수처리시설 및 물공급 시설 등 물자원 인프라의 운영에 기여할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은, 스마트 시티에 적용되는 물순환 체계의 설명에 제공된 도면,
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 시스템의 구성 설명에 제공된 도면,
- 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측을 위한 플랫폼의 설명에 제공된 도면,
- 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른 서버의 구성 설명에 제공된 도면,
- 도 5 내지 도 6은, k-Nearest Neighbor(k-NN) 알고리즘의 설명에 제공된 도면,
- 도 7은, 핵밀도함수의 설명에 제공된 도면, 그리고
- 도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 방법의 설명에 제공된 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0023] 도 1은, 스마트 시티에 적용되는 물순환 체계의 설명에 제공된 도면이고, 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 시스템의 구성 설명에 제공된 도면이며, 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시

터 물수요 예측을 위한 플랫폼의 설명에 제공된 도면이다.

- [0024] 도시에 ICT, 빅데이터 등 신기술을 접목하여 각종 도시문제를 해결하고, 삶의 질을 개선할 수 있는 도시모델인 스마트시트의 물순환 체계는 도 1에 예시된 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0025] 구체적으로, 스마트 시티의 물순환 체계는, 실측 자료를 기반으로 물자원의 수요량을 예측하고, 이를 기반으로, 물자원 인프라의 운영 계획을 수립할 수 있다.
- [0026] 본 실시예에 따른 스마트시트 물수요 예측 시스템은, 이러한 스마트 시티의 물순환 체계 운영 시, 정확한 물자원의 수요량을 예측하여, 물자원 인프라의 운영에 기여하기 위해 마련된다.
- [0027] 이를 위해, 본 스마트시트 물수요 예측 시스템은, IoT 단말(100), 서버(200), 게이트웨이(300), 관리자 단말(400)로 구성될 수 있다.
- [0028] IoT 단말(100)은, 센서가 구비되고, 물자원 인프라에 설치되어, 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 수집할 수 있다.
- [0029] 구체적으로, IoT 단말(100)은, 수자원 인프라 중 복수의 지점에 설치되며, oneM2M 국제 표준에 따라 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집할 수 있다.
- [0030] 이때, 수자원 인프라는, 정수장 설비, 가압장 설비, 배수지 설비, 취수장 설비, 빗물정류장 설비, 하수처리장 설비, 오수관 설비 및 상수관 설비 중 하나일 수 있다.
- [0031] 서버(200)는, 물수요 예측을 위한 플랫폼을 운영하기 위해 마련된다.
- [0032] 구체적으로, 서버(200)는, oneM2M 국제 표준에 따른 IoT 서비스를 제공하는 애플리케이션을 통해, 복수의 IoT 단말(100)을 관리하고, 이들 IoT 단말(100)의 접근 제어, 인증, 사용자 관리 업무를 수행하며, 물수요 예측 플랫폼을 운영할 수 있다.
- [0033] 예를 들면, 서버(200)는, IoT 단말(100)로부터 수집된 측정 데이터를 수신하고, 수신된 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0034] 구체적으로, 서버(200)는, 새로운 데이터가 입력되면, 입력된 데이터가 기존 데이터 중 어느 그룹에 해당하는지 분류할 수 있는 k-Nearest Neighbor(k-NN) Regression 방법을 예측 알고리즘으로 이용하여, 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0035] 그리고 서버(200)는, 물수요 예측 정보를 생성하기에 앞서, 외부 공공 데이터 포털 서버(200)(미도시)로부터 기존 계측 자료를 수신하여, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하기 위한 과거 시계열 패턴 그룹을 생성하여 저장할 수 있다.
- [0036] 즉, 서버(200)는, IoT 단말(100)을 통해 수신되는 측정 데이터와 외부 공공 데이터 포털 서버(200)(ex. 공공 데이터 포털 Open API 시스템)으로부터 수신되는 기존 계측 자료를 이용하여, 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0037] 예를 들면, 서버(200)는, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 어느 시계열 패턴 그룹에 속하는지 분류하고, 분류 결과에 따라 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0038] 이때, 서버(200)는, 마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로 k 번째까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고, 추출된 과거 시계열 패턴의 계측시계열 값을 핵밀도함수(Kernel Density Estimation)에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정할 수 있다.
- [0039] 또한, 서버(200)는, 예측시계열 성능이 향상되도록 하기 위해, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 할 수 있다.
- [0040] 게이트웨이(300)는 복수의 IoT 단말(100)과 서버(200) 사이에 마련되어, 통신 허브 역할을 수행하여 IoT 서비스를 지원하는 IoT 게이트웨이(300)이며, 관리자 단말(400)은, 관리자가 서버(200)에 접속하여, 물수요 예측을 위한 플랫폼을 운영하는데 이용되는 정보처리 장치이다.
- [0041] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른 서버(200)의 구성 설명에 제공된 도면이다.
- [0042] 도 4를 참조하면, 서버(200)는, 통신부(210), 저장부(220) 및 프로세서(230)로 구성될 수 있다.

- [0043] 통신부(210)는, 복수의 IoT 단말(100), 게이트웨이(300), 관리자 단말(400) 및 외부 공공 데이터 포털 서버(200)와 연결되기 위한 통신수단이 마련될 수 있다.
- [0044] 구체적으로, 통신부(210)는, IoT 단말(100) 및 게이트웨이(300)를 통해 측정 데이터를 수신하거나, 외부 공공 데이터 포털 서버(200)으로부터 기존 예측 자료를 수신할 수 있다.
- [0045] 저장부(220)는, 프로세서(230)가 동작함에 있어 필요한 프로그램 및 데이터를 저장하는 저장매체이다.
- [0046] 예를 들면, 저장부(220)는, 통신부(210)를 통해 수신되는 기존 예측 자료가 저장되거나, 물수요 예측 정보를 생성하기 위한 예측 알고리즘이 저장될 수 있다.
- [0047] 프로세서(230)는, 서버(200)가 운영하는데 필요한 제반사항을 처리하기 위해 마련된다.
- [0048] 예를 들면, 프로세서(230)는, IoT 단말(100)로부터 수집된 측정 데이터가 수신되면, 수신된 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0049] 구체적으로, 프로세서(230)는, 물수요 예측 정보를 생성하기에 앞서, 외부 공공 데이터 포털 서버(200)로부터 기존 예측 자료를 수신하여, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하기 위한 과거 시계열 패턴 그룹을 생성하여 저장하고, 측정 데이터를 k-NN 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 예측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 어느 시계열 패턴 그룹에 속하는지 분류하고, 분류 결과에 따라 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0050] 이때, 프로세서(230)는, 마지막 시계열의 예측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로 k번째까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고, 추출된 과거 시계열 패턴의 예측시계열 값을 핵밀도함수(Kernel Density Estimation)에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정할 수 있다.
- [0051] 또한, 프로세서(230)는, 예측시계열 성능이 향상되도록 하기 위해, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 할 수 있다.
- [0052] 도 5 내지 도 7은, k-Nearest Neighbor(k-NN) 알고리즘의 설명에 제공된 도면이다.
- [0053] 전술한 바와 같이 서버(200)는, 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0054] 이때, 예측 알고리즘은, 새로운 데이터가 입력되면, 입력된 데이터가 기존 데이터 중 어느 그룹에 해당하는지 분류할 수 있는 k-Nearest Neighbor(k-NN) Regression 방법일 수 있다.
- [0055] k-NN 알고리즘은 도 5에 예시된 별표(★)가 네모(■) 그룹의 데이터에 가장 가까우니, 별표는 네모 그룹에 해당한다고 분류할 수 있다.
- [0056] 이때, k-NN 알고리즘은 k의 개수만큼 주변의 샘플 정보를 이용하여, 새로운 관측치의 종속변수(y값)을 예측할 수 있다.
- [0057] 도 6에 예시된 바와 같이 6개의 기존 데이터 A-F와 신규 데이터 N이 있다고 가정하는 경우, K가 1이라면, 거리가 1번째로 가까운 C만을 보고 신규 데이터를 분류한다. 따라서 N은 C와 같은 그룹인 동그라미(●)로 분류되게 된다.
- [0058] 그러나, 만약에 k가 3이라면, 거리가 3번째로 가까운 C, D, E까지 보고 신규 데이터를 분류하게 되는데, 이때, 그룹이 서로 다르면 다수결의 원칙에 따라 분류가 결정될 수 있다.
- [0059] 즉, 여기서는 1 : 2가 되어 N은 세모(▲)로 분류될 수 있다.
- [0060] 그리고 만약에 k가 5라면, 거리가 5번째로 가까운 C, D, E, B, A까지 보고 신규 데이터를 분류하게 되는데, 여기서는 3 : 2가 되어 N은 동그라미(●)로 분류될 수 있다.
- [0061] 이처럼 같은 데이터임에도, k의 개수가 얼마냐에 따라 신규 데이터가 속하는 그룹이 변경될 수 있으므로, 본 서버(200)는, k의 개수를 결정하기 전에, 물자원의 수위 또는 유량 단위에 적합한 표준화 작업을 수행하게 된다.
- [0062] 도 7은, 핵밀도함수의 설명에 제공된 도면이다.
- [0063] 전술한 바와 같이 서버(200)는, 마지막 시계열의 예측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로 k번째까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고, 추출된 과거 시계열 패턴의 예측시계열 값을 핵밀도함수에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정할 수 있다.

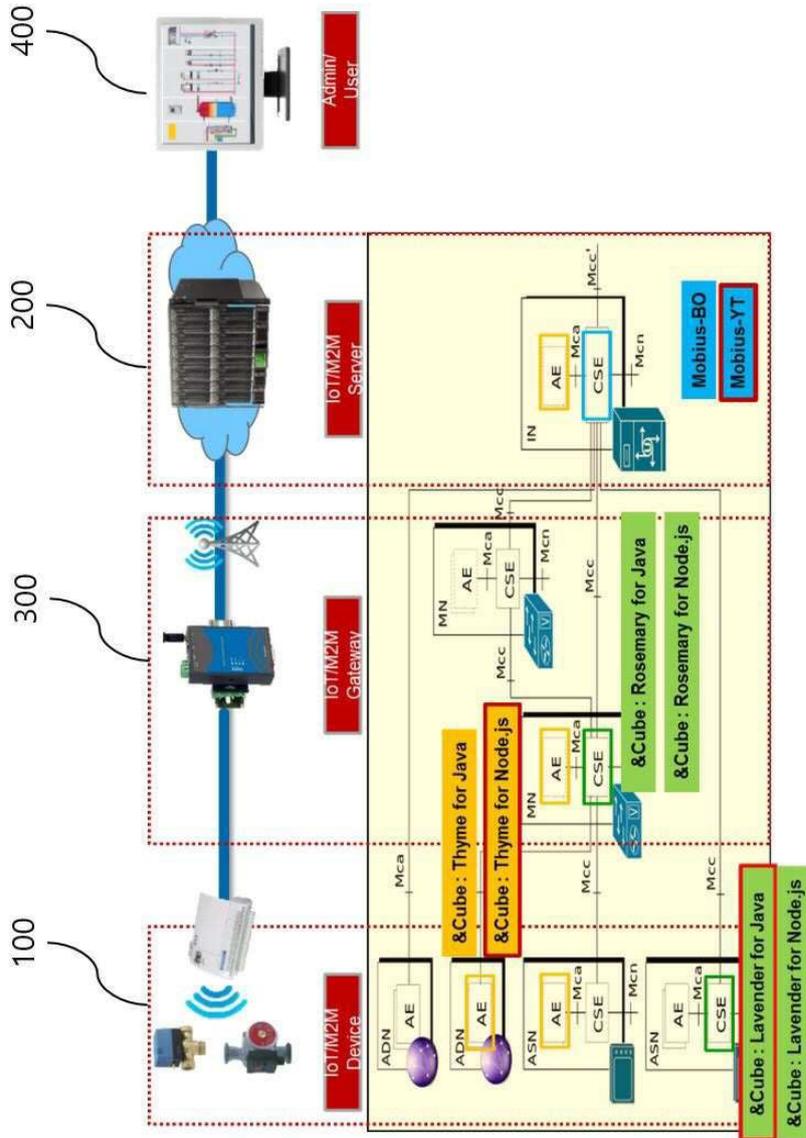
- [0064] 여기서, 핵밀도함수는, 연속확률 밀도함수 추정을 위한 비매개변수적 확률환산 방법으로서, 특정 분포 가정을 할 필요없이 관측 자료 자체의 분포형 유도가 가능하고, 원자료의 특성을 반영하여 표준화를 수행할 수 있다.
- [0065] 구체적으로, 핵밀도함수를 이용하는 확률추정방법은, 데이터 값을 중심으로 커널 함수를 생성하고, 각 커널 함수들을 합산하여 전체 데이터 개수로 나누어 확률을 추정할 수 있다.
- [0066] 여기서,  $x$ 는 측정 데이터의 변수를 의미하고,  $k$ 는 원점을 중심으로 대칭이면서 적분값이 1인 non-negative 함수이며,  $n$ 은 데이터 개수를 의미한다.
- [0067] 그리고 서버(200)는, 추출된 과거 시계열 패턴의 예측시계열 값을 핵밀도함수에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 예측시계열을 추정하는 경우, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 함으로써, 예측시계열 성능이 향상되도록 할 수 있다.
- [0068] 도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 방법의 설명에 제공된 흐름도이다.
- [0069] 도 8을 참조하면, 본 실시예에 따른 스마트시티 물수요 예측 시스템을 이용하는 스마트시티 물수요 예측 방법은, 서버(200)가, 외부 공공 데이터 포털 서버(200)(미도시)로부터 기존 계측 자료를 수신하여, 측정 데이터를  $k$ -NN 알고리즘에 적용하기 위한 과거 시계열 패턴 그룹을 생성하여 저장할 수 있다.
- [0070] 그리고 IoT 단말(100)이 수위 또는 유량에 대한 측정 데이터를 시계열 형태로 수집하여(S810), 수집된 측정 데이터를 서버(200)로 전달하면, 서버(200)가 측정 데이터를 예측 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 어느 시계열 패턴 그룹에 속하는지 분류하고, 분류 결과에 따라 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다.
- [0071] 구체적으로 예를 들면, 서버(200)는, 측정 데이터를  $k$ -NN 알고리즘에 적용하여, 마지막 시계열의 계측 값을 기준으로 기저장된 과거 시계열 패턴 그룹 중 유사한 순서로  $k$ 번째까지의 과거 시계열 패턴을 추출하고(S820), 추출된 과거 시계열 패턴의 예측시계열 값을 핵밀도함수(Kernel Density Estimation)에 적용하여, 확률을 가중하는 방식으로 추정되는 예측시계열이 포함된 물수요 예측 정보를 생성할 수 있다(S830).
- [0072] 이때, 서버(200)는, 예측시계열 성능이 향상되도록 하기 위해, 핵밀도함수를 통하여 시간에 따라 마지막 시계열에 근접할수록, 추정된 예측시계열에 높은 가중치가 부여되도록 할 수 있다.
- [0073] 이를 통해, 정확한 물자원 수요예측이 가능하여, 정수처리시설 및 물공급 시설 등 물자원 인프라의 운영에 기여할 수 있다.
- [0074] 한편, 본 실시예에 따른 장치와 방법의 기능을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있음은 물론이다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 기술적 사상은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 형태로 구현될 수도 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의해 읽을 수 있고 데이터를 저장할 수 있는 어떤 데이터 저장 장치이더라도 가능하다. 예를 들어, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광디스크, 하드 디스크 드라이브, 등이 될 수 있음은 물론이다. 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램은 컴퓨터간에 연결된 네트워크를 통해 전송될 수도 있다.
- [0075] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

**부호의 설명**

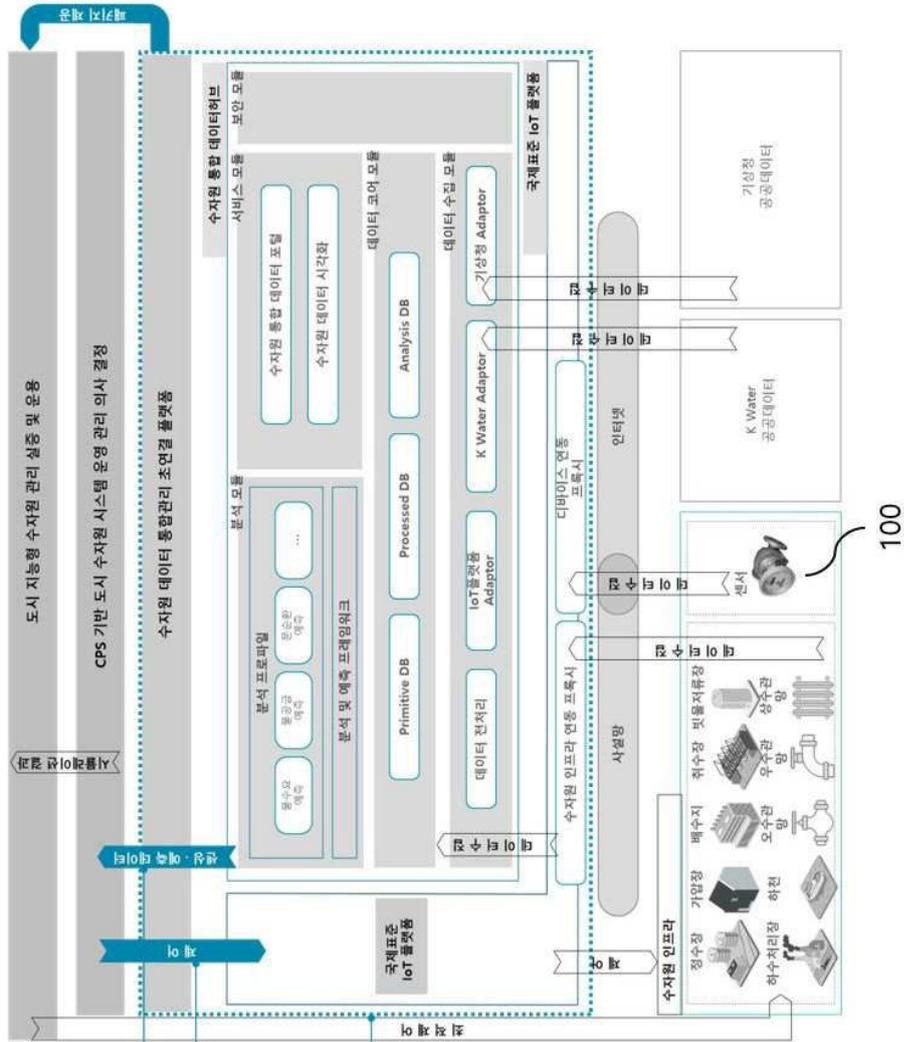
- [0077] 100 : IoT 단말
- 200 : 서버
- 210 : 통신부
- 220 : 저장부



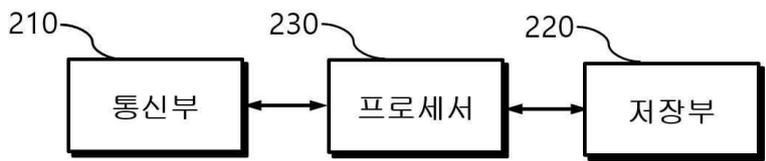
도면2



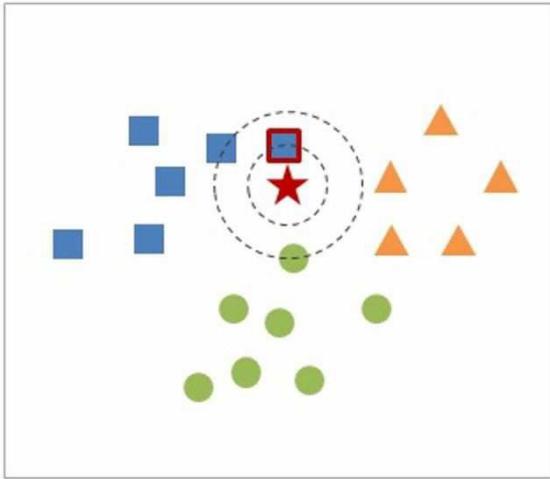
도면3



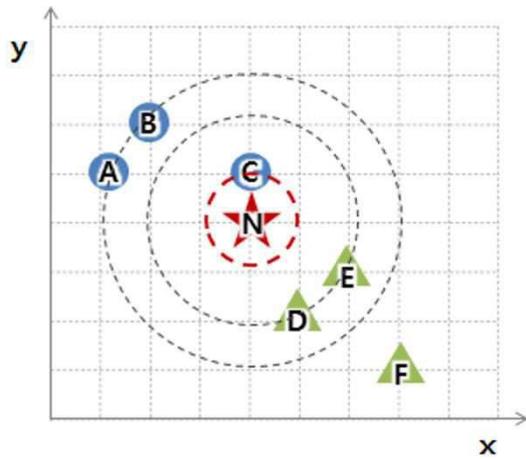
도면4



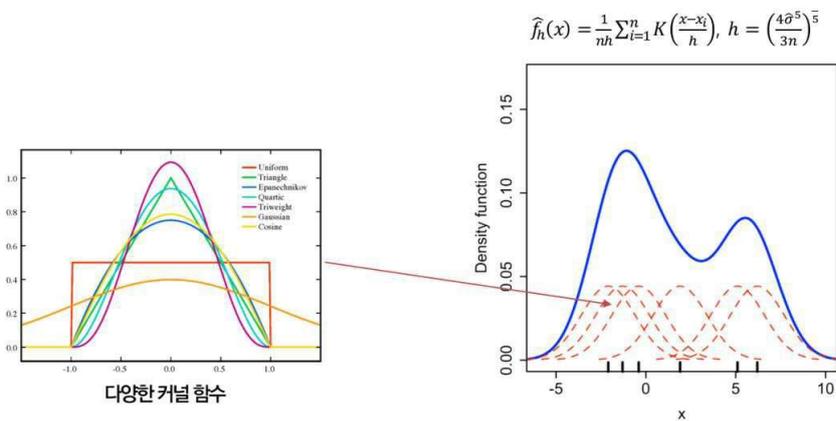
도면5



도면6



도면7



도면8

