



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월07일
 (11) 등록번호 10-1986817
 (24) 등록일자 2019년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04L 12/26 (2006.01) H04L 12/66 (2006.01)
 H04L 29/08 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 H04L 43/0811 (2013.01)
 H04L 12/66 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0051285
 (22) 출원일자 2017년04월20일
 심사청구일자 2017년10월31일
 (65) 공개번호 10-2018-0118004
 (43) 공개일자 2018년10월30일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020100002936 A*
 (뒷면에 계속) 기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자
 한국전자통신연구원
 대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
 (72) 발명자
 김영민
 대전광역시 유성구 전민로30번길 15, 101호 (전민동, 아이캐슬)
 박홍규
 대전광역시 서구 월평새뜸로4번길 53, 302호 (월평동, 채움빌라)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

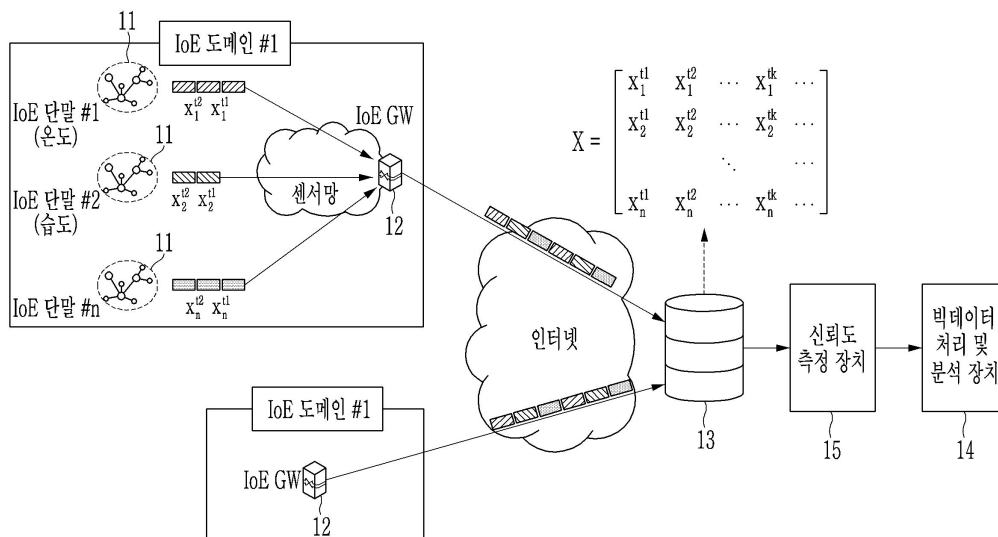
심사관 : 전용해

(54) 발명의 명칭 **센서 데이터의 신뢰도 측정 장치 및 방법**

(57) 요약

센서 데이터의 신뢰도 측정 장치의 신뢰 측정 방법은, 단말로부터 센서 데이터를 수신하는 단계, 상기 단말에 대해 발생한 데이터 손실치(Missing Value)를 기초로, 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계, 상기 단말에 대해 발생한 데이터 이상치(Outlier)를 기초로, 상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 단계, 상기 단말이 속하는 센서망에 포함된 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계, 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도를 기초로, 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 단계, 및 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 기초로, 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



- (52) CPC특허분류
H04L 43/0829 (2013.01)
H04L 67/12 (2013.01)
- (72) 발명자
오세원
 대전광역시 서구 둔지로 75, 103동 705호 (둔산동, 파랑새아파트)
- 이호성**
 대전광역시 유성구 배울1로 119, 1209동 1001호 (용산동, 대덕테크노밸리12단지아파트)
- 김선진**
 대전광역시 유성구 왕가봉로 23, 1101동 602호 (노은동, 열매마을아파트 11단지)
- 유용식**
 세종특별자치시 누리로 27, 613동 1201호 (한솔동, 첫마을6단지)
- 표철식**
 대전광역시 서구 청사로 148, 1914호 (둔산동, 매그놀리아)
- (56) 선행기술조사문헌
 Shigen Shen et al., "Reliability Evaluation for Clustered WSNs under Malware Propagation", Sensors 2016, 16, 855, MDPI (2016.06.10)*
 Zhenguo Chen et al., "Trust Model of Wireless Sensor Networks and Its Application in Data Fusion", Sensors 2017, 17, 703, MDPI (2017.03.28)*
 JP2006268369 A
 KR1020100056364 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 CRC-15-05-ETRI
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 국가과학기술연구회
 연구사업명 융합연구사업
 연구과제명 자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심기술개발
 기 여 율 1/1
 주관기관 한국전자통신연구원
 연구기간 2015.12.01 ~ 2016.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

단말로부터 센서 데이터를 수신하는 단계,

상기 단말에 대해 발생한 데이터 손실치(Missing Value)를 기초로, 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계,

상기 단말에 대해 발생한 데이터 이상치(Outlier)를 기초로, 상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 단계,

상기 단말이 속하는 센서망에 포함된 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계,

상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도를 기초로, 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 단계, 및

상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 기초로, 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 단계를 포함하며,

상기 단말 신뢰도를 계산하는 단계는,

상기 단말의 고장으로 인해 상기 단말의 동작이 정지되어 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간에 기초하여, 상기 단말 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하며,

상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계는,

상기 센서망 내에서의 장애물 및 잡음으로 인해 상기 단말로부터 송신된 데이터가 변경되어 발생한 상기 데이터 이상치에 기초하여, 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계는,

제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계, 및

상기 가용성을 기초로 상기 단말 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계는,

제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계,

상기 가용성을 기초로 상기 단말의 제1 신뢰도를 계산하는 단계,

상기 단말의 평균 고장 시간, 평균 수리 시간 및 고장 시간 중 적어도 하나를 기초로 상기 단말의 제2 신뢰도를 계산하는 단계, 및

상기 제1 신뢰도와 상기 제2 신뢰도를 기초로, 상기 단말에 대한 최종 단말 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 단계는,
 제2 시간 구간 동안 상기 단말로부터 수신된 센서 데이터들 중 상기 데이터 이상치를 판정하는 단계,
 상기 제2 시간 구간 중 상기 데이터 이상치가 발생한 시간 구간과 상기 단말로부터 정상치의 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로, 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계, 및
 상기 가용성을 기초로 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 단계는,
 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도의 평균값을 계산하는 단계, 및
 상기 평균값을 기초로, 상기 센서망 신뢰도를 계산하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계는,
 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계를 각각 수행하여, 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 단계는,
 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도 각각에 대해 대응하는 가중치를 부여하는 단계, 및
 상기 가중치가 부여된 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 합산하여 상기 데이터 신뢰도를 획득하는 단계를 포함하는 신뢰도 측정 장치의 신뢰도 측정 방법.

청구항 8

단말에 대해 발생한 데이터 손실치를 기초로, 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 제1 계층,
 상기 단말에 대해 발생한 데이터 이상치(Outlier)를 기초로, 상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 제2 계층,
 상기 단말이 속하는 센서망에 포함된 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하고, 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도를 기초로, 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 제3 계층, 및
 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 기초로, 상기 단말로부터 수신된 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 계산하는 신뢰도 계산 모듈을 포함하며,
 상기 제1 계층은, 상기 단말의 고장으로 인해 상기 단말의 동작이 정지되어 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간을 획득하고, 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간에 기초하여, 상기 단말 신뢰도를 계산하며,
 상기 제2 계층은, 상기 센서망 내에서의 장애물 및 잡음으로 인해 상기 단말로부터 송신된 데이터가 변경되어 발생한 상기 데이터 이상치에 기초하여, 상기 연결 신뢰도를 계산하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 제1 계층은,
 제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구

간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하고, 상기 가용성을 기초로 상기 단말 신뢰도를 계산하는 제1 계산 모듈을 포함하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1 계층은,

제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하고, 상기 가용성을 기초로 상기 단말의 제1 신뢰도를 계산하는 제1 계산 모듈,

기 설정된 상기 단말의 평균 고장 시간, 평균 수리 시간 및 고장 시간 중 적어도 하나를 기초로 상기 단말의 제2 신뢰도를 계산하는 제2 계산 모듈, 및

상기 제1 및 제2 신뢰도를 기초로, 상기 단말 신뢰도를 계산하는 제3 계산 모듈을 포함하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 계층은, 상기 제1 시간 구간을 선택하는 슬라이딩 윈도우를 더 포함하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제2 계층은,

제2 시간 구간 동안 상기 단말로부터 수신된 센서 데이터들 중 상기 데이터 이상치를 판정하는 이상치 판정부, 및

상기 제2 시간 구간 중 상기 데이터 이상치가 발생한 시간 구간과 상기 단말로부터 정상치의 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하며, 상기 가용성을 기초로 상기 연결 신뢰도를 계산하는 계산 모듈을 포함하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 제3 계층은,

단말들의 단말 정보를 관리하는 단말 관리부,

상기 단말 정보를 토대로 상기 센서망에 포함되는 상기 복수의 단말을 식별하며, 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도의 평균값을 계산하는 제1 계산 모듈, 및

상기 평균값을 기초로 상기 센서망 신뢰도를 계산하는 상기 신뢰도 계산 모듈을 포함하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제3 계층은, 상기 제2 계층으로부터 상기 복수의 단말에 대한 상기 연결 신뢰도를 획득하는 신뢰도 측정 장치.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 신뢰도 계산 모듈은, 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도 각각에 대해 대응하는 가중치를 부여하고, 상기 가중치가 부여된 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 합산하여 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 신뢰도 측정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시 예는 센서 데이터의 신뢰도 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 빅데이터 처리 과정은 데이터 수집 및 전처리 단계, 데이터 저장 및 관리 단계, 데이터 처리 단계 및 데이터 분석 단계로 나누어진다.

[0003] 최근 각광 받고 있는 머신러닝/딥러닝 기법은 빅데이터 처리 과정 중 데이터 처리 및 분석 단계에 적용되는 기술로, 데이터가 주어졌다는 가정하에 데이터를 잘 학습하여 사용자에게 유용한 결과를 제공하기 위한 기법이다. 그에 대한 효과는 알파고의 사례에서 볼 수 있듯이, 인간의 지능을 뛰어넘을 뿐만 아니라 인간이 경험하지 않은 새로운 지식까지 창조할 수 있음을 제시하고 있다. 그러나 이러한 효과는 머신러닝/딥러닝 기법에 활용된 데이터의 질(quality) 또는 신뢰성 정도에 따라 급격히 달라진다. 수집된 데이터의 신뢰성이 떨어지는 경우 아무리 좋은 딥러닝 기법을 적용해도 잘못된 결과만 도출되며, 이로 인해 오히려 의사 결정이 지연되거나 잘못된 의사 결정을 할 수 있다.

[0004] 이에 따라, 정확한 의사 결정 도출을 위해, 수집 데이터의 품질 및 신뢰도 향상을 위한 노력이 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나, 현재까지 제시된 데이터 품질 확보 방안은, 기본적으로 메타 데이터 및 스키마가 주어져 있는 환경 하에서 메타 데이터와 실측 데이터 값의 차이를 확인하여 데이터 품질을 점검하는 방법으로 주로 정형 데이터에 최적화되어 있다는 단점이 있다.

[0005] 정형 데이터와 달리, 센서 데이터는 정형화된 메타 데이터가 없다. 만물 인터넷(Internet of Everything, IoE) 센서들은 환경 데이터를 획득하면, 단지 이를 네트워크를 통해 실시간으로 빅데이터 처리가 가능한 플랫폼으로 전송할 뿐이다. 이런 환경 하에서는 정형 데이터에 특화된 데이터 품질 향상 방안을 적용할 수 없을뿐더러, 데이터에 대한 신뢰도 고려 시 IoE 센서에 대한 특징들이 추가적으로 고려되어야 한다. IoE 센서의 경우 센서 자체의 신뢰도가 그리 높지가 않다는 문제점이 있다. 또한, 센서의 환경상 망 상태가 시시각각 변경되어, 측정이 제대로 이루어졌다 할지라도 주위의 잡음 등으로 인해 측정 정보가 변경될 수도 있다.

[0006] 따라서, 센서 데이터에 대한 신뢰도 계산은, 데이터 자체에 대한 품질은 물론, 정보 측정 당시 센서가 제대로 동작해서 정말 유효한 값을 센싱했는지의 여부와, 더 나아가 측정된 정보가 네트워크를 통해 전송되면서 잡음 등으로 인해 변조되었는지 여부 등도, 반드시 고려되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시 예를 통해 해결하려는 과제는 센서 데이터의 신뢰도를 실시간으로 정확히 측정할 수 있는 신뢰도 측정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 센서 데이터에 대한 신뢰 측정 장치의 신뢰도 측정 방법은, 단말로부터 센서 데이터를 수신하는 단계, 상기 단말에 대해 발생한 데이터 손실치(Missing Value)를 기초로, 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계, 상기 단말에 대해 발생한 데이터 이상치(Outlier)를 기초로, 상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 단계, 상기 단말이 속하는 센서망에 포함된 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계, 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도를 기초로, 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 단계, 및 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 기초로, 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계는, 제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계, 및 상기 가용성을 기초로 상기 단말 신뢰도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 단계는, 제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간

구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계, 상기 가용성을 기초로 상기 단말의 제1 신뢰도를 계산하는 단계, 상기 단말의 평균 고장 시간, 평균 수리 시간 및 고장 시간 중 적어도 하나를 기초로 상기 단말의 제2 신뢰도를 계산하는 단계, 및 상기 제1 신뢰도와 상기 제2 신뢰도를 기초로, 상기 단말에 대한 최종 단말 신뢰도를 계산하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0011] 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계는, 제2 시간 구간 동안 상기 단말로부터 수신된 센서 데이터들 중 상기 데이터 이상치를 판정하는 단계, 상기 제2 시간 구간 중 상기 데이터 이상치가 발생한 시간 구간과 상기 단말로부터 정상치의 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로, 상기 단말의 가용성을 추정하는 단계, 및 상기 가용성을 기초로 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 단계는, 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도의 평균값을 계산하는 단계, 및 상기 평균값을 기초로, 상기 센서망 신뢰도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계는, 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 계산하는 단계를 각각 수행하여, 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득하는 단계는, 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도 각각에 대해 대응하는 가중치를 부여하는 단계, 및 상기 가중치가 부여된 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 합산하여 상기 데이터 신뢰도를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 센서 데이터에 대한 신뢰도 측정 장치는, 단말에 대해 발생한 데이터 손실치를 기초로, 상기 단말에 대한 단말 신뢰도를 계산하는 제1 계층, 상기 단말에 대해 발생한 데이터 이상치(Outlier)를 기초로, 상기 단말과 상기 단말에 대응하는 게이트웨이 간의 연결 신뢰도를 계산하는 제2 계층, 상기 단말이 속하는 센서망에 포함된 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도를 획득하고, 상기 복수의 단말의 상기 연결 신뢰도를 기초로, 상기 센서망의 센서망 신뢰도를 계산하는 제3 계층, 및 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 기초로, 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 계산하는 신뢰도 계산 모듈을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제1 계층은, 제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하고, 상기 가용성을 기초로 상기 단말 신뢰도를 계산하는 제1 계산 모듈을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 제1 계층은, 제1 시간 구간 중 상기 데이터 손실치가 발생한 시간 구간과, 상기 단말로부터 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하고, 상기 가용성을 기초로 상기 단말의 제1 신뢰도를 계산하는 제1 계산 모듈, 기 설정된 상기 단말의 평균 고장 시간, 평균 수리 시간 및 고장 시간 중 적어도 하나를 기초로 상기 단말의 제2 신뢰도를 계산하는 제2 계산 모듈, 및 상기 제1 및 제2 신뢰도를 기초로, 상기 단말 신뢰도를 계산하는 제3 계산 모듈을 포함할 수도 있다.

[0018] 상기 제1 계층은, 상기 제1 시간 구간을 선택하는 슬라이딩 윈도우를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 제2 계층은, 제2 시간 구간 동안 상기 단말로부터 수신된 센서 데이터들 중 상기 데이터 이상치를 판정하는 이상치 판정부, 및 상기 제2 시간 구간 중 상기 데이터 이상치가 발생한 시간 구간과 상기 단말로부터 정상치의 센서 데이터들이 수신된 시간 구간을 기초로 상기 단말의 가용성을 추정하며, 상기 가용성을 기초로 상기 연결 신뢰도를 계산하는 계산 모듈을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 제3 계층은, 단말들의 단말 정보를 관리하는 단말 관리부, 상기 단말 정보를 토대로 상기 센서망에 포함되는 상기 복수의 단말을 식별하며, 상기 복수의 단말에 대해 상기 연결 신뢰도의 평균값을 계산하는 제1 계산 모듈, 및 상기 평균값을 기초로 상기 센서망 신뢰도를 계산하는 상기 신뢰도 계산 모듈을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 제3 계층은, 상기 제2 계층으로부터 상기 복수의 단말에 대한 상기 연결 신뢰도를 획득할 수 있다.

[0022] 상기 신뢰도 계산 모듈은, 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도 각각에 대해 대응하는 가중치를 부여하고, 상기 가중치가 부여된 상기 단말 신뢰도, 상기 연결 신뢰도 및 상기 센서망 신뢰도를 합산하여 상기 센서 데이터에 대한 데이터 신뢰도를 획득할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시 예에 의하면, 각 센서 데이터에 대한 정확한 신뢰도 측정이 가능하다. 이에 따라, 빅데이터 처

리 및 분석 시 각 센서 데이터에 대한 신뢰도를 활용하여 기계 학습을 위한 특성을 추출하거나, 통계적 분석을 수행할 수 있어 더욱 정확하고 유용한 결과를 사용자에게 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 실시 예에 따른 센서 데이터 수집 환경을 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제1 계층을 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 4는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제2 계층을 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 5는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제3 계층을 개략적으로 도시한 것이고, 도 6은 도 5의 제3 계층에서의 센서망 신뢰도 산출 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 센서 데이터에 대한 신뢰도 측정 방법을 간략히 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0027] 이하, 필요한 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 센서 데이터의 신뢰도 측정 장치 및 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 1은 실시 예에 따른 센서 데이터 수집 환경을 개략적으로 도시한 것이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 실시 예에 따른 센서 데이터 수집 환경에서 각 도메인에 포함된 다수의 만물 인터넷(Internet of Everything, IoE) 단말(대표 번호 '11' 부여)들은 대응하는 IoE 도메인에서의 온도, 습도 등을 측정하여 데이터를 획득한다. 각 IoE 단말(11)에 의해 획득된 센서 데이터들은 센서 데이터 형태로 대응하는 IoE 게이트웨이(대표 번호 '12' 부여)로 전달되며, IoE 게이트웨이(12)는 이들을 인터넷을 통해 데이터베이스(13)로 전달한다.
- [0030] 데이터베이스(13)는 각 IoE 도메인에 포함되는 IoE 단말(11)들에 의해 측정되는 센서 데이터들을 시간대 별로 수집하여 저장하고 관리한다.
- [0031] 빅데이터 처리 및 분석 장치(14)는 데이터베이스(13)에 의해 저장된 데이터들은 일괄 혹은 실시간으로 처리하며, 데이터 처리 단계를 통해 처리된 분석 결과로부터 효과적인 의사결정을 도출하기 위한 유효한 결과(지식)를 얻어내는 작업을 수행한다.
- [0032] 한편, 실시 예에 따른 센서 데이터 수집 환경에서는, 빅데이터 처리 및 분석 장치(14)에서의 데이터 분석에 앞서, 센서 데이터들의 신뢰도를 측정하기 위해 신뢰도 측정 장치(15)를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 신뢰도 측정 장치(15)는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시(raw) 센서 데이터의 신뢰도를 실시간으로 측정할 수 있다.
- [0034] 빅데이터 처리 및 분석 장치(14)는 신뢰도 측정 장치(15)에 의해 각 원시 센서 데이터의 신뢰도가 측정되면, 이를 기초로 특성(feature)을 추출하여 기계 학습을 수행하거나, 데이터 신뢰도에 따른 가중치(weighted factor)를 각 원시 센서 데이터에 적용한 후 통계적 분석을 수행함으로써, 더욱 정확하고 유용한 결과를 사용자에게 제공할 수 있게 된다.
- [0035] 한편, 도 1에서는 신뢰도 측정 장치(15)가 데이터베이스(13)에 저장된 원시 센서 데이터를 수신하여 신뢰도 측정을 수행하는 경우를 예로 들어 도시하였으나, 본 발명의 실시 예는 이로 한정되는 것은 아니어서 신뢰도 측정 장치(15)는 IoE 단말(11)들로부터 원시 센서 데이터를 직접 수신할 수도 있다.

- [0036] 도 2는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0037] 도 2를 참조하면, 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치(15)는 각 계층 별로 원시 센서 데이터의 신뢰도를 산출하기 위한 복수의 계층(151, 152, 153) 및 신뢰도 계산 모듈(154)을 포함할 수 있다.
- [0038] 제1 계층(151)은 각 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0039] 고장이 발생한 IoE 단말(11)은 센서 데이터의 송신 자체가 불가능한 경우가 대부분이다. 따라서, 제1 계층(151)은 각 IoE 단말(11)로부터 수신되는 센서 데이터에서 손실치(Missing Value)의 발생 빈도를 산출하고, 이를 기초로 각 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0040] 제2 계층(152)은 각 IoE 단말(11)과 대응하는 센서망의 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태에 대한 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0041] 각 IoE 단말(11)로부터 IoE 게이트웨이(12)로 전송된 센서 데이터는 대응하는 센서망 내에서의 장애물 및 잡음으로 인해 이상치(Outlier)으로 변경될 수 있다. 따라서, 제2 계층(152)은 각 IoE 단말(11)로부터 수신되는 센서 데이터 중 이상치의 발생 빈도를 산출하고, 이를 기초로 각 IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태의 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0042] 제3 계층(153)은 각 IoE 게이트웨이(12)가 커버하는 센서망의 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0043] 센서망의 상태는 해당 센서망 내에 포함된 모든 IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태로부터 추정될 수 있다. 따라서, 제3 계층(153)은 제1 계층에 의해 각 센서망에 포함된 모든 IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태에 대한 신뢰도가 산출되면, 이를 토대로 대응하는 센서망의 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0044] 신뢰도 계산 모듈(154)은 원시 센서 데이터에 대해 크로스-레이어(Cross-layer) 기반의 신뢰도를 계산할 수 있다.
- [0045] 신뢰도 계산 모듈(154)은 크로스-레이어 기반의 신뢰도 산출을 위해 제1, 제2 및 제3 계층(151, 152, 153)에서 산출한 각 IoE 단말(11)의 신뢰도, 각 IoE 단말(11)과 대응하는 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태에 대한 신뢰도 및 각 IoE 게이트웨이(12)에서 커버하는 센서망의 신뢰도를 수신한다. 그리고, 수신된 각 계층(151, 152, 153)에서의 신뢰도들을 기초로 최종적으로 센서 데이터의 신뢰도를 계산한다.
- [0046] 이하, 도 3 내지 도 6을 참조하여 실시 예에 따른 신뢰 측정 장치(15)의 센서 데이터에 대한 신뢰도 계산 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0047] 도 1에서 IoE 단말 #1(11)로부터 수신되는 센서 데이터들은 아래의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.
- [0048] [수학적 식 1]
- [0049]
$$X_{\#1} = \{x_{\#1}^{t1}, x_{\#1}^{t2}, x_{\#1}^{t3}, \dots\}$$
- [0050] 위 수학적 식 1에서, $x_{\#1}^{t1}$ 은 IoE 단말 #1(11)이 시간 t1에서 측정 및 수집한 센서 데이터를 나타내며, 시간 별로 수집된 센서 데이터를 총칭하여 $X_{\#1}$ 로 표기한 것이다. 즉, $X_{\#1}$ 은 IoE 단말 #1(11)이 실시간으로 수집한 센서 데이터들의 집합을 나타낸다.
- [0051] 센서망 내 IoE 단말(11)이 총 n개 위치한다고 가정하면, 센서망 내 모든 IoE 단말(11)들로부터 데이터베이스(13)로 전송되는 원시(raw) 상태의 센서 데이터들은 아래의 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0052] [수학식 2]

$$X = \begin{bmatrix} x_1^{r1} & x_1^{r2} & \cdots & x_1^{rk} & \cdots \\ x_2^{r1} & x_2^{r2} & \cdots & x_2^{rk} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_n^{r1} & x_n^{r2} & \cdots & x_n^{rk} & \cdots \end{bmatrix}$$

[0053]

[0054] 위 수학식 2에서, 각 행은 하나의 IoE 단말(11)이 시간 별로 수집한 센서 데이터를 나타내고, 각 열은 특정 시간에 IoE 단말(11)들이 수집한 센서 데이터를 나타낸다.

[0055] 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치(15)는 위 수학식 2를 통해 표현되는 원시 센서 데이터들을 이용하여 각 계층에서의 신뢰도를 산출한다.

[0056] 다시, 도 1을 보면, 제1 계층(151)은 각 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0057] 도 3은 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제1 계층을 개략적으로 도시한 것이다.

[0058] 도 3을 참조하면, 제1 계층(151)은 슬라이딩 윈도우(211), 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212), 단말 고유 신뢰도 계산 모듈(213) 및 단말 신뢰도 계산 모듈(214)를 포함할 수 있다.

[0059] 슬라이딩 윈도우(211)는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중에서 손실치 발생 빈도를 산출하기 위한 센서 데이터들을 선택하기 위해 사용될 수 있다.

[0060] 슬라이딩 윈도우(211)의 크기는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중 현재로부터 몇분 전까지의 센서 데이터들을 손실치 발생 빈도 산출에 사용할 것인지를 나타낸다. 예를 들어, 슬라이딩 윈도우(211)의 크기가 5분으로 설정되면, 제1 계층(151)은 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 센서 데이터들 중 과거 5분에서 현재까지의 센서 데이터에 대해서만 손실치의 발생 빈도를 산출할 수 있다.

[0061] 슬라이딩 윈도우(211)의 크기는 신뢰도 측정 장치(15)가 적용되는 환경에 따라서 달라질 수 있다. 예를 들어, 실시간으로 변하는 IoE 단말(11)의 상태를 빠르게 파악해야 하는 환경에서는 슬라이딩 윈도우(211)의 크기가 작게 설정되고, IoE 단말(11) 고유의 안정된 신뢰도 산출이 필요한 환경에서는, 오랜 시간 동안 손실치의 발생 추이를 파악하기 위해 슬라이딩 윈도우(211)의 크기가 크게 설정될 수 있다.

[0062] 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212)은 IoE 단말(11)로부터 수집되는 센서 데이터들 중 슬라이딩 윈도우(211)에 의해 선택된 데이터들에 대해, 손실치 발생 빈도를 산출할 수 있다. 그리고, 이를 이용하여 각 IoE 단말(11)의 단말 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0063] 예를 들어, 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212)은 슬라이딩 윈도우(211)에 의해 선택된 데이터들 중 손실치가 발생한 비율을 대응하는 IoE 단말(11)의 신뢰도로 산출할 수 있다.

[0064] 또한, 예를 들어, 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212)은 손실치가 발생한 시간 구간을 기초로 아래의 수학식 3과 같이 각 IoE 단말(11)의 가용성(availability)을 추정하고, 이를 토대로 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0065] [수학식 3]

$$Unavailability = \frac{\text{down time}}{\text{down time} + \text{up time}} \times 100\%$$

$$Availability = 100\% - Unavailability$$

[0066]

[0067] 위 수학식 3에서 정지 시간(Down time)은 IoE 단말(11)의 동작이 정지된 시간이고, 동작 시간(up time)은 IoE 단말(11)이 동작된 시간을 나타낸다. 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212)은 각 IoE 단말(11)에 대해 슬라이딩 윈도우(211)에 의해 선택된 시간 구간 중 손실치가 발생한 시간 구간을 IoE 단말(11)의 정지 시간(Down time)으로 추정하고, 센서 데이터가 수신된 구간을 IoE 단말(11)의 동작 시간으로 추정할 수 있다.

[0068] 도 1의 IoE 단말 #1을 예로 들면, IoE 단말 #1에 의해 수집된 정보가

$X_{\#1} = \{x_{\#1}^{t1}, x_{\#1}^{t2}, x_{\#1}^{t3}, x_{\#1}^{t4}, \dots, x_{\#1}^{t(k-1)}, x_{\#1}^{tk}\}$ 이고, 슬라이딩 윈도우(211)를 적용하여 센서 데이터 $X_{\#1}^{window} = \{x_{\#1}^{t3}, x_{\#1}^{t4}, \dots, x_{\#1}^{t(k-1)}, x_{\#1}^{tk}\}$ 가 선택된 상태에서, $X_{\#1}^{window}$ 내의 데이터 중,

$x_{\#1}^{t4}, x_{\#1}^{t(k-1)}$ 값, 즉 시간 $t(k-1)$, $t4$ 에서 손실치가 발생한 경우, 위 수학적 식 3을 이용한 IoE 단말 #1의 신뢰도는 아래의 수학적 식 4와 같이 산출될 수 있다.

[0069] [수학적 식 4]

$$R_{IoE\#1}^{real} = \frac{(tk - t(k-1)) + (t5 - t4)}{tk - t3}$$

[0070] 단말 고유 신뢰도 계산 모듈(213)은 각 IoE 단말(11)의 출고 시 고유 특성 정보로 기록된 평균 고장 시간(Mean Time To Failure, MTTF), 평균 수리 시간(Mean Time To Repair, MTTR), 고장 시간(Failure In Time, FIT) 정보를 미리 획득하고, 이를 토대로 아래의 수학적 식 5와 같이 각 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0072] [수학적 식 5]

$$R_{IoE\#1}^{unique} = \frac{MTTR_{IoE\#1} \times FIT_{IoE\#1}}{10^9}$$

[0074] 단말 신뢰도 계산 모듈(214)은 손실치 기반 신뢰도 계산 모듈(212) 및 단말 고유 신뢰도 계산 모듈(213)로부터

각 IoE 단말(11)의 손실치 기반 신뢰도($R_{IoE\#1}^{real}$) 및 고유 신뢰도($R_{IoE\#1}^{unique}$)가 수신되면, 아래의 수학적 식 6과 같이 해당 IoE 단말(11)의 최종 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0075] [수학적 식 6]

$$R_{IoE\#1}^{Layer1} = C_1 \times R_{IoE\#1}^{real} + C_2 \times R_{IoE\#1}^{unique}, \text{ where } C_1 + C_2 = 1$$

[0077] 위 수학적 식 6에서, C_1 , C_2 는 손실치 기반 신뢰도($R_{IoE\#1}^{real}$) 및 고유 신뢰도($R_{IoE\#1}^{unique}$)에 적용되는 가중치(weight factor)를 나타낸다.

[0078] 한편, 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치(15)에서 단말 고유 신뢰도 계산 모듈(213)은 생략될 수도 있다. 즉, 각 IoE 단말(11)의 평균 고장 시간, 평균 수리 시간, 고장 시간 정보가 주어지지 않은 경우, 단말 고유 신뢰도 계산 모듈(213)은 생략될 수 있다. 이 경우, 위 수학적 식 6에서 고유 신뢰도($R_{IoE\#1}^{unique}$)에 적용되는 가중치(C_2)는 0으로 설정될 수 있다.

[0079] 다시, 도 1을 보면, 제2 계층(152)은 각 IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태에 대한 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0080] 도 4는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제2 계층을 개략적으로 도시한 것이다.

[0081] 도 4를 참조하면, 제2 계층(152)은 슬라이딩 윈도우(311), 이상치 판단부(312) 및 이상치 기반 연결 신뢰도 계산 모듈(313)을 포함할 수 있다.

[0082] 슬라이딩 윈도우(311)는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중에서 이상치 발생을 검출하기 위한 센서 데이터들을 선택하기 위해 사용될 수 있다. 슬라이딩 윈도우(311)의 크기는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중 현재로부터 몇분 전까지의 센서 데이터들을 이상치 발생 빈도 산출에 사용할 것인

지를 나타낸다.

- [0083] 슬라이딩 윈도우(311)의 크기는 신뢰도 측정 장치(15)가 적용되는 환경에 따라서 다르게 제어될 수 있다.
- [0084] 이상치 판단부(312)는 IoE 단말(11)로부터 수집되는 센서 데이터들 중 슬라이딩 윈도우(311)에 의해 선택된 데이터들에 대해, 이상치 판단을 수행할 수 있다.
- [0085] 이상치 판단부(312)는 다양한 방법으로 이상치를 판정할 수 있다.
- [0086] 신뢰성 측정 장치(15)가 실시간성이 강한 서비스 제공 환경에 적용되는 경우, 이상치 판단부(312)는 계산 복잡도가 크지 않는 z-스코어(z-score)와 같은 일반적인 이상치 판단 방법을 사용하여 이상치 판정을 수행할 수 있다.
- [0087] 신뢰성 측정 장치(15)가 정확도가 중요한 서비스 제공 환경에 적용되는 경우, 이상치 판단부(312)는 z-스코어(z-score), 박스 플롯(boxplot) 등 계산 복잡도가 크지 않는 일반적인 이상치 판단 기법 들을 중복 사용하여 이상치 판정의 정확도를 향상시킬 수도 있다.
- [0088] 한편, 기존의 이상치 판정 방법들은 이상치 판정을 위해 먼저 데이터들을 정렬한 후에 평균 값, 표준 편차 등을 산출하는 추가 작업을 수행한다는 점에서 계산 복잡도가 대체적으로 높은 편이다. 따라서, 빅데이터 환경에서는 이상치 판정 과정을 수행하는 것 만으로도 큰 오버헤드(overhead)가 걸릴 수 있다.
- [0089] 이상치 판단부(312)는 아래의 수학적식 7 및 8을 참조하여 설명하는 방법을 통해 이상치 판정을 수행할 수도 있다.
- [0090] 이 경우, 이상치 판단부(312)는 IoE 단말(11)로부터 센서 데이터가 수신될 때마다 아래의 수학적식 7과 같이 평균 값과 표준 편차 값을 실시간으로 산출한다.

[0091] [수학적식 7]

$$\begin{aligned} \mu_1^{tk} &\leftarrow \mu_1^{i(k-1)} + \varsigma \left(x_1^{tk} - \mu_1^{i(k-1)} \right), \\ \left(\sigma_1^{tk} \right)^2 &\leftarrow \left(\sigma_1^{i(k-1)} \right)^2 + \varsigma \left[\left(x_1^{tk} - \mu_1^{i(k-1)} \right)^2 - \left(\sigma_1^{i(k-1)} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

[0092]

[0093] 위 수학적식 7에서 x_1^{tk} 값은 IoE 단말 #1로부터 tk 시간에 수집된 센서 데이터를 나타내고, μ_1^{tk} 는 평균값, σ_1^{tk} 는 표준편차를 나타낸다. ς 는 평균과 표준 편차 계산에 영향을 미치는 센서 데이터의 개수를 나타낸다.

[0094] 위 수학적식 7을 토대로 센서 데이터의 평균값 μ_1^{tk} 및 표준편차 σ_1^{tk} 가 산출되면, 이상치 판단부(312)는 아래의 수학적식 8과 같이, 최소값 \inf_1^{tk} 및 최대값 \sup_1^{tk} 을 산출한다.

[0095] [수학적식 8]

$$\inf_1^{tk} = \mu_1^{tk} - z \left(\frac{\sigma_1^{tk}}{\sqrt{\varsigma}} \right), \sup_1^{tk} = \mu_1^{tk} + z \left(\frac{\sigma_1^{tk}}{\sqrt{\varsigma}} \right)$$

[0096]

[0097] 위 수학적식 8에서, z는 신뢰 구간을 나타내며, 이상치 판단부(312)는 최소값 \inf_1^{tk} 및 최대값 \sup_1^{tk} 의 범위를 벗어나는 센서 데이터를 이상치로 판정한다.

[0098] 위 수학적식 7 및 8을 이용하여 이상치 판정을 수행할 경우, 센서 데이터가 입력될 때마다 간단한 덧셈 및 곱셈

연산으로 최소값 \inf_1^{ik} 및 최대값 \sup_1^{ik} 을 실시간으로 산출할 수 있어, 종래의 이상치 판정 방법과는 달리 데이터 정렬이 필요 없어 오버헤드가 낮고 빠른 계산이 가능한 장점이 있다.

[0099] 이상치 기반 연결 신뢰도 계산 모듈(313)은 이상치 판단부(312)의 이상치 판정 결과에 기초하여, 각 IoE 단말(11)과 대응하는 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 상태에 대한 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0100] 이상치 기반 연결 신뢰도 계산 모듈(313)은 위 수학적 식 3을 참조하여 설명한 가용성 산출 방법을 이용하여 이상치 기반의 연결 신뢰도를 산출할 수 있다. 이 경우, IoE 단말(11)의 정지 시간은 이상치가 수신된 시간 구간을 나타내고, IoE 단말(11)의 동작 시간은 정상치인 센서 데이터가 수신된 시간 구간을 나타낸다.

[0101] 도 1의 IoE 단말 #1을 예로 들면, IoE 단말 #1에 의해 수집된 정보가

$X_{\#1} = \{x_{\#1}^{i1}, x_{\#1}^{i2}, x_{\#1}^{i3}, x_{\#1}^{i4}, \dots, x_{\#1}^{i(k-1)}, x_{\#1}^{ik}\}$ 이고, 슬라이딩 윈도우(211)를 적용하여 센서 데이터 $X_{\#1}^{window} = \{x_{\#1}^{i3}, x_{\#1}^{i4}, \dots, x_{\#1}^{i(k-1)}, x_{\#1}^{ik}\}$ 가 선택된 상태에서, $X_{\#1}^{window}$ 내의 데이터 중

$x_{\#1}^{i4}, x_{\#1}^{i(k-1)}$ 값, 즉 시간 t(k-1), t4에서 수신된 센서 데이터가 이상치로 판정되면, 위 수학적 식 3을 이용한 IoE 단말 #1의 연결 신뢰도는 아래의 수학적 식 9와 같이 산출될 수 있다.

[0102] [수학적 식 9]

$$R_{conn\#1}^{Layer 2} = \frac{(tk - t(k-1)) + (t5 - t4)}{tk - t3}$$

[0103]

[0104] 전술한 바에 따르면, 실시 예에 따른 신뢰성 측정 장치(15)의 제2 계층(152)은 이상치 검출만으로 각 IoE 단말(11)에 대한 IoE 게이트웨이(12)와의 연결 신뢰도를 산출이 가능하여, 실시간으로 연결 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0105] 다시, 도 1을 보면, 제3 계층(153)은 각 IoE 게이트웨이(12)가 커버하는 센서망의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0106] 도 5는 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 제3 계층을 개략적으로 도시한 것이고, 도 6은 도 5의 제3 계층에서의 센서망 신뢰도 산출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0107] 도 5를 참조하면, 제3 계층(153)은 슬라이딩 윈도우(411), IoE 단말 관리부(412), 연결 신뢰도 평균값 계산 모듈(413) 및 센서망 신뢰도 계산 모듈(414)을 포함할 수 있다.

[0108] 슬라이딩 윈도우(411)는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중에서 이상치 발생을 검출하기 위한 센서 데이터들을 선택하기 위해 사용될 수 있다. 슬라이딩 윈도우(411)의 크기는 IoE 단말(11)들로부터 수집되는 원시 센서 데이터들 중 현재로부터 몇분 전까지의 센서 데이터들을 이상치 발생 빈도 산출에 사용할 것인지를 나타낸다.

[0109] 슬라이딩 윈도우(411)의 크기는 신뢰도 측정 장치(15)가 적용되는 환경에 따라서 다르게 제어될 수 있다.

[0110] IoE 단말 관리부(412)는 연결된 IoE 단말(11)들의 단말 정보를 IoE 도메인(또는 센서망) 별로 구분하여 관리할 수 있다.

[0111] 연결 신뢰도 평균값 계산 모듈(413)은 각 IoE 단말(11)에 대한 연결 신뢰도를 획득하고, 각 IoE 도메인(또는 센서망) 별로 대응하는 IoE 단말(11)들의 연결 신뢰도 평균 값을 산출할 수 있다.

[0112] 연결 신뢰도 평균값 계산 모듈(413)은 제2 계층(152)으로부터 각 IoE 단말(11)에 대한 연결 신뢰도를 수신할 수 있다. 연결 신뢰도 평균값 계산 모듈(413)은 전술한 도 4를 참조하여 설명한 제2 계층(152)의 각 IoE 단말(11)에 대한 연결 신뢰도 산출 방법과 동일한 방법으로 각 IoE 단말(11)에 대한 연결 신뢰도를 산출할 수도 있다.

[0113] 각 IoE 단말(11)에 대한 연결 신뢰도가 획득되면, IoE 단말 관리부(412)에서의 단말 정보를 기초로 각 IoE 도메인(또는 센서망) 별로 대응하는 IoE 단말(11)들을 식별하고, 각 IoE 도메인(또는 센서망)에 속하는 IoE 단말(11)들의 연결 신뢰도 평균 값을 아래의 수학적 식 10과 같이 산출할 수 있다.

[0114] [수학식 10]

$$R_{domain}^{Layer3} = \frac{\sum_{x \in domain} R_{comm=x}^{Layer2}}{\|Domain\|}$$

[0115]

[0116] 위 수학식 10에서 $\|Domain\|$ 은 대응하는 IoE 도메인 내에 포함된 IoE 단말(11)의 개수를 나타낸다.

[0117] 도 6을 예로 들면, n개의 IoE 단말(11)들로부터 수신된 데이터 집합(X)에서, IoE 단말 #1 및 IoE 단말 #2이 동일한 센서망(IoE 도메인)에 포함된다고 가정하면, 연결 신뢰도 평균값 계산 모듈(413)은 IoE 단말 #1에 대해 측정된 IoE 게이트웨이(12)와의 연결 신뢰도와, IoE 단말 #2에 대해 측정된 IoE 게이트웨이(12)와의 연결 신뢰도의 평균 값을 산출할 수 있다.

[0118] 센서망 신뢰도 계산 모듈(414)은 각 IoE 도메인(또는 센서망)에 속하는 IoE 단말(11)들의 연결 신뢰도 평균 값이 산출되면, 이를 대응하는 센서망의 신뢰도로 획득할 수 있다.

[0119] 다시, 도 1을 보면, 신뢰도 계산 모듈(154)은 원시 센서 데이터에 대해 크로스-레이어 기반의 신뢰도를 계산할 수 있다.

[0120] 즉, 제1 계층(151)에 의해 산출된 각 IoE 단말(11)의 단말 신뢰도($R_{IoE=i}^{Layer1}$), 제2 계층(152)에서 산출된 각 IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 신뢰도($R_{comm=1}^{Layer2}$) 및 제3 계층(153)에 의해 산출된 각 센서 망의 신뢰도(R_{domain}^{Layer3})를 이용하여, 최종적으로 각 IoE 단말(11)에 의해 생성된 원시 센서 데이터의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0121] 아래의 수학식 11은, 각 계층(151, 152, 153)에서 산출된 신뢰도에 서로 다른 가중치(C_1, C_2, C_3)를 적용한 후 합산함으로써 각 IoE 단말(11)에 의해 생성된 원시 센서 데이터의 신뢰도를 산출하는 것을 나타낸다.

[0122] [수학식 11]

$$R_{IoE=i} = C_1 \times R_{IoE=i}^{Layer1} + C_2 \times R_{comm=1}^{Layer2} + C_3 \times R_{domain}^{Layer3}, \text{ where } C_1 + C_2 + C_3 = 1$$

[0123]

[0124] 위 수학식 11에서, 신뢰도 계산 모듈(154)은 IoE 단말(11)의 신뢰도가 중요한 환경에서는 C_1 값을 상대적으로 증가시키고, IoE 단말(11)과 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 신뢰도가 중요한 환경에서는 C_2 값을 상대적으로 증가시키고, 센서망 전체의 신뢰도가 더 중요한 환경에서는 C_3 값을 상대적으로 증가시킬 수도 있다.

[0125] 전술한 구조의 신뢰도 측정 장치(15)에서 복수의 계층(151, 152, 153) 및 신뢰도 계산 모듈(154)은 하나 이상의 중앙 처리 유닛(central processing unit, CPU)이나 기타 칩셋, 마이크로프로세서 등으로 구현되는 프로세서에 의해 수행될 수 있다.

[0126] 도 7은 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치의 센서 데이터에 대한 신뢰도 측정 방법을 간략히 도시한 것이다.

[0127] 도 7을 참조하면, 실시 예에 따른 신뢰도 측정 장치(15)는 IoE 단말(11)로부터 센서 데이터가 수신되면(S100), 제1 계층(151)을 통해 원시 상태의 센서 데이터를 분석하여 이를 전송한 IoE 단말(11)의 단말 신뢰도를 계산한다(S110).

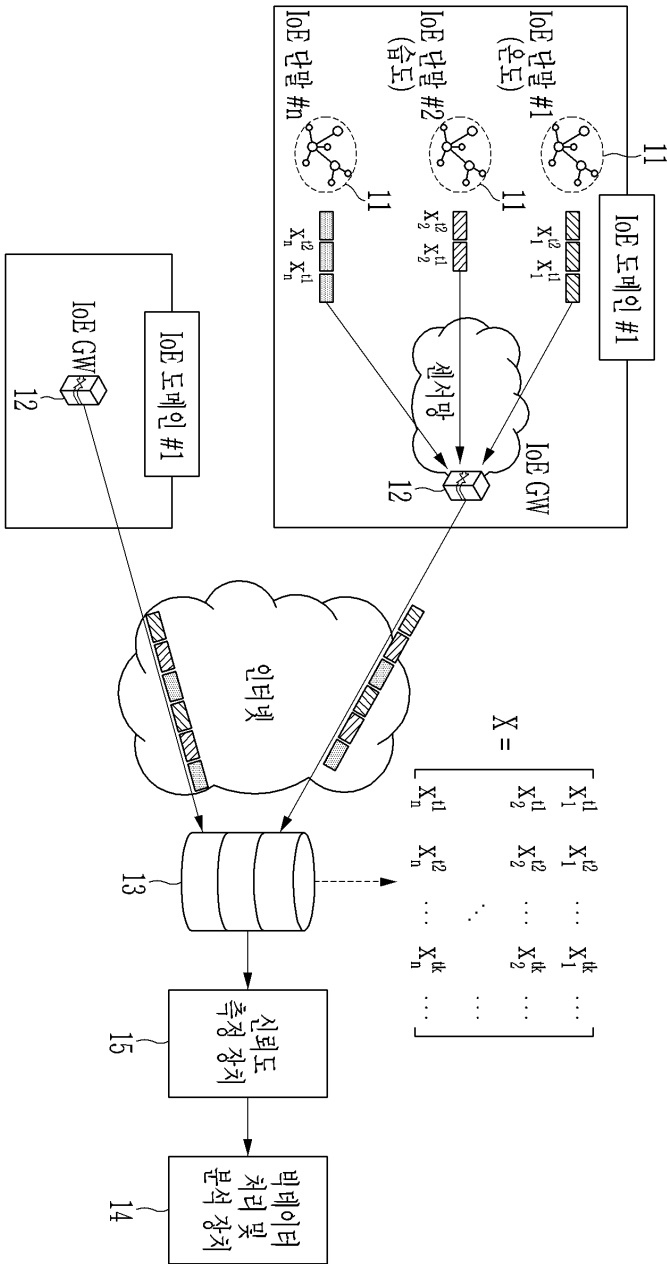
[0128] 상기 S110 단계에서, 제1 계층(151)은 상기 S100 단계에서의 센서 데이터를 전송한 IoE 단말(11)의 손실치 발생을 검출하고, 이를 토대로 대응하는 IoE 단말(11)의 신뢰도를 산출할 수 있다. 여기서, 단말 신뢰도 계산 방법은 전술한 도 3을 참조하여 상세히 설명하였으므로 상세한 설명은 생략한다.

[0129] 또한, 신뢰도 측정 장치(15)는 제2 계층(152)을 통해 상기 S100 단계에서의 센서 데이터를 전송한 IoE 단말(11)과 대응하는 IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 신뢰도를 계산한다(S120).

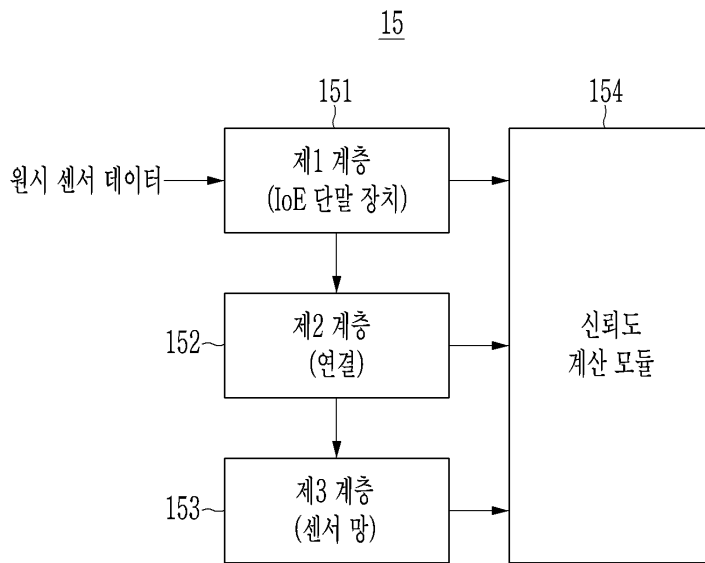
- [0130] 상기 S120 단계에서, 제2 계층(152)은 상기 S100 단계에서의 센서 데이터를 전송한 IoE 단말(11)의 이상치 발생을 검출하고, 이를 기초로 대응하는 IoE 단말(11)과 대응하는IoE 게이트웨이(12) 간의 연결 신뢰도를 산출할 수 있다. 여기서, 연결 신뢰도 계산 방법은 전술한 도 4를 참조하여 상세히 설명하였으므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0131] 또한, 신뢰도 측정 장치(15)는 제3 계층(153)을 통해 상기 S100 단계에서의 센서 데이터에 대응하는 센서망의 신뢰도를 계산한다(S130).
- [0132] 상기 S130 단계에서, 제3 계층(153)은 상기 S100 단계에서 센서 데이터가 전송된 센서망에 포함된 모든 IoE 단말(11)들에 대해 연결 신뢰도를 획득하고, 이들의 평균값을 대응하는 센서망의 신뢰도로 획득할 수 있다. 여기서, 센서망 신뢰도 계산 방법은 전술한 도 5를 참조하여 상세히 설명하였으므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0133] 상기 S110, S120 및 S130 단계를 통해 센서 데이터에 대응하는 IoE 단말(11)의 단말 신뢰도, 연결 신뢰도 및 센서망 신뢰도가 획득되면, 신뢰도 측정 장치(15)는 이들을 토대로 상기 S100 단계를 통해 수신된 센서 데이터에 대한 신뢰도를 산출한다(S140).
- [0134] 상기 S140 단계에서, 신뢰도 측정 장치(15)는 센서 데이터에 대응하는 IoE 단말(11)의 단말 신뢰도, 연결 신뢰도 및 센서망 신뢰도에 각각 가중치를 적용한 후 합산하여 센서 데이터에 대한 신뢰도를 산출할 수 있다.
- [0135] 한편, 본 문서에서는 신뢰도 측정 장치(15)가 IoE 환경에 적용되는 경우를 예로 들어 설명하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로서 본 발명이 이로 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 다른 실시 예에 따른 신뢰도 측정 사물 인터넷(Internet of Thing, IoT) 환경에서 센서 데이터의 신뢰도 측정을 위해 사용될 수도 있다.
- [0136] 전술한 실시 예에 따르면, 신뢰도 측정 장치(15)는 IoE 단말들로부터 수신되는 센서 데이터만을 활용하여 각 IoE 단말의 단말 신뢰도, 각 IoE 단말과 IoE 게이트웨이 간의 연결 신뢰도 및 센서망 신뢰도를 획득할 수 있어, 실시간으로 신뢰도 측정이 가능한 효과가 있다. 또한, 이렇게 획득된 단말 신뢰도, 연결 신뢰도 및 센서망 신뢰도를 센서 데이터의 신뢰도 추정에 활용함으로써, 각 센서 데이터에 대한 정확한 신뢰도 측정이 가능하다.
- [0137] 이에 따라, 빅데이터 처리 및 분석 시 각 센서 데이터에 대한 신뢰도를 활용하여 기계 학습을 위한 특성을 추출하거나, 통계적 분석을 수행할 수 있어 더욱 확하고 유용한 결과를 사용자에게 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0138] 본 발명의 실시 예는 이상에서 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위해 기록매체에 기록된 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시 예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0139] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

도면

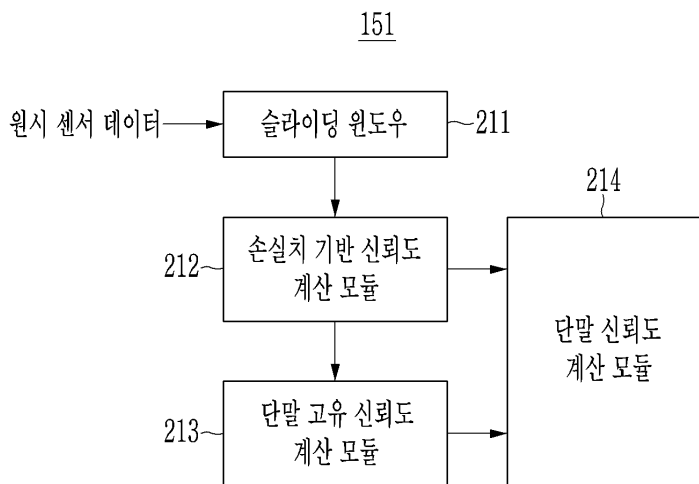
도면1



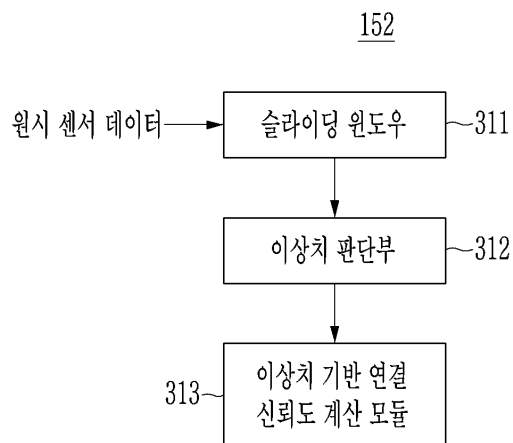
도면2



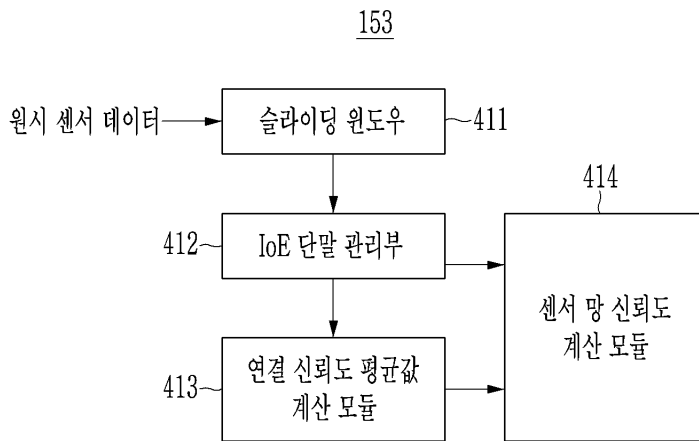
도면3



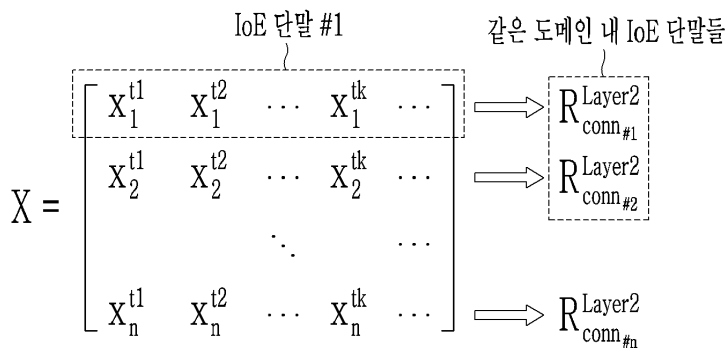
도면4



도면5



도면6



도면7

