(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0142858
(43) 공개일자 2021년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01V 1/00 (2006.01) *G01V 1/22* (2006.01)
G01V 1/28 (2006.01) *G01V 3/38* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01V 1/008 (2013.01)
G01V 1/223 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0059559
(22) 출원일자 2020년05월19일
심사청구일자 2020년05월19일

(71) 출원인
중앙대학교 산학협력단
서울특별시 동작구 흑석로 84 (흑석동)
(72) 발명자
박종웅
서울특별시 송파구 가락로 187(송파동, 한양아파트) 2동 107호
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

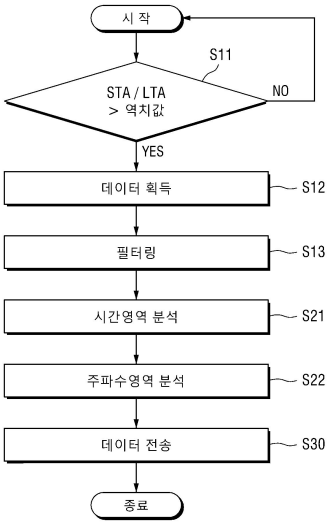
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이용한 통보방법**

(57) 요 약

본 발명은 스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이용한 통보방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 가속도를 측정하는 가속도계; 상기 가속도계에서 측정된 가속도데이터를 기준으로 지진 이벤트를 감지하는 데이터처리수단; 상기 가속도계의 가속도데이터를 기반으로 상기 데이터처리수단에서 가속도데이터를 획득하는 트리거를 판단하는 트리거판단부; 및 상기 데이터처리수단에서 지진 이벤트를 감지하는 경우, 지진관련 정보 데이터를 생성하여, 통보하는 통신부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01V 1/28 (2013.01)
G01V 3/38 (2021.01)
G01V 2210/23 (2013.01)
G01V 2210/61 (2013.01)
G01V 2210/72 (2013.01)
G01V 2210/74 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017M3C1B6070095
과제번호 20191322
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 (재)한국연구재단
연구사업명 원천기술개발사업
연구과제명 새로운 하수도 서비스 제공을 위한 스마트 하수관로 구축기술 및 갈등해소방안 연구
기 여 율 1/1
과제수행기관명 중앙대학교 산학협력단
연구기간 2017.11.01 ~ 2020.07.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

지진 센서유닛에 있어서,

가속도를 측정하는 가속도계;

상기 가속도계에서 측정된 가속도데이터를 기준으로 지진 이벤트를 감지하는 데이터처리수단;

상기 가속도계의 가속도데이터를 기반으로 상기 데이터처리수단에서 가속도데이터를 획득하는 트리거를 판단하는 트리거판단부; 및

상기 데이터처리수단에서 지진 이벤트를 감지하는 경우, 지진관련 정보 데이터를 생성하여, 통보하는 통신부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 트리거판단부는,

제1특정시간동안의 데이터평균(LTA)에 대한 제2특정시간동안의 데이터평균(STA)의 비율이 설정된 역치값을 초과하는 경우, 상기 데이터처리수단이 일정시간동안 데이터를 획득하도록 하며,

상기 제1특정시간은 상기 제2특정시간보다 5배 이상 긴 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 설정된 역치값은 1.4 ~ 1.8인 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 4

제 2항에 있어서,

트리거 되는 경우, 데이터처리수단은 가속도데이터를 획득하며,

로우패스필터를 통해 특정 주파수 이하의 데이터만을 수집하도록 하는 필터링부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 데이터처리수단은,

상기 가속도데이터를 기반으로 랜덤진동데이터를 분류, 제거하는 시간영역분석부; 및

상기 랜덤진동데이터가 분류된 데이터에서 지진 발생여부를 판단하는 주파수영역분석부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 시간영역분석부는,

시간, 가속도 그래프에서 복수의 구간을 나누고, 구간 각각에 대한 표준편차를 산출한 후, 최대표준편차에 대한 최소표준편차 비율이 설정된 임계치 이상인 경우 랜덤진동데이터로 분류하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 주파수영역분석부는,

주파수, 진폭그래프에서 일정시간동안의 평균값과 표준편차를 산출하고, 상기 평균값에 설정된 임계값과 상기 표준편차를 곱한 값을 합산한 수가 설정 개수를 초과하는 경우, 지진이 발생되었다고 판단하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 8

제 7항에 있어서,

지진 이벤트가 발생된 경우, 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 생성하는 데이터가공부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 통신부는 근거리통신을 이용하여, 통신범위 내로 접근한 디바이스와 연결되며, 근거리 통신 연결디바이스로, 상기 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 통신부는 상기 센서유닛의 위치정보를 함께 근거리 통신 연결디바이스에 전송하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛.

청구항 11

지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법에 있어서,

가속도계가 지반에 대한 가속도를 측정하는 제1단계;

트리거판단부가 상기 가속도계의 가속도데이터를 기반으로, 제1특정시간동안의 데이터평균(LTA)과, 제2특정시간동안의 데이터평균(STA)을 산출하는 제2단계;

상기 LTA에 대한 STA의 비율이 설정된 역치값을 초과하는 경우, 트리거되어 데이터처리수단이 데이터를 획득, 저장하기 시작하는 제3단계;

상기 데이터처리수단이 일정시간동안 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 기준으로 지진 발생여부를 판단하는

제4단계;

통신부가 상기 데이터처리수단에서 지진 이벤트를 감지하는 경우, 지진관련 정보 데이터를 생성하여 통보하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

제 3단계에서, 필러팅부가 로우패스필터를 통해 특정 주파수 이하의 데이터만을 수집하도록 하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 제4단계는,

시간영역분석부가 시간, 가속도 그래프에서 복수의 구간을 나누고, 구간 각각에 대한 표준편차를 산출한 후, 최대표준편차에 대한 최소표준편차 비율이 설정된 임계치 이상인 경우 랜덤진동데이터로 분류하는 제4-1단계; 및

주파수영역분석부가 주파수, 진폭그래프에서 일정시간동안의 평균값과 표준편차를 산출하고, 상기 평균값에 설정된 임계값과 상기 표준편차를 곱한 값을 합산한 수가 설정 개수를 초과하는 경우, 지진이 발생되었다고 판단하는 제4-2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 제4-2단계 후에,

데이터 가공부가 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 생성하는 제4-3단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제5단계는

상기 통신부가 근거리통신을 이용하여, 통신범위 내로 접근한 디바이스를 연결하고, 근거리 통신 연결 디바이스로, 상기 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 통신부는 상기 센서유닛의 위치정보를 함께 근거리 통신 연결디바이스에 전송하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이용한 통보방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 지진은 인구 밀도가 높은 지역에서 수천 명의 생명을 위협할 수 있으며 이로 인해 상당한 재정적 손실을 초래할 수 있다.

[0003] 최근, 국내에서 지진활동이 증가하고 있어, 지진경보시스템에 대한 필요성이 대두되고 있다. 지진조기경보(EEW) 시스템은 지진의 크기를 빠르게 감지하고 많은 사람들에게 보호 조치를 취하도록 경고하는 역할을 한다.

[0004] 그러나 현재 EEW 시스템은 대부분 전통적인 지진 및 측지 네트워크(geodetic network)를 기반으로 하며, 이러한 시스템의 설치 및 유지 비용이 높아 소수의 국가에서만 존재한다.

[0005] 최근에는 마이크로 전자 기계 시스템(MEMS)의 융합, 무선 통신, 컴퓨팅 파워의 증가에 따라 사물인터넷(IoT) 기술이 발전하고 있다. 진보와 확산 기술을 갖춘 저비용 MEMS 센서, 신세대 통신 시스템으로 데이터 전송 속도가 증가함에 따라 IoT는 어떤 경로, 어떤 네트워크, 어떤 서비스를 이용하든 우리 주변의 다양한 물리적 물체와 장치를 언제 어디서나 서로 연결할 수 있게 해준다.

[0006] MEMS를 이용한 지진조기경보 시스템(EEW)의 최초 도입시기에는, 컴퓨터와 연결된 MEMS 가속도계가 인터넷을 통해 지진 데이터를 전송하는 방식으로 지진센서 네트워크가 구성되었다. 예를 들어, 지진 관측소 네트워크(QCN), 지역사회 지진 네트워크(CSN) 및 NetQuakes는 스탠포드 대학교, 캘리포니아 공과대학교, 미국 지질조사소(USGS)가 저비용 MEMS 센서를 사용하여 지진을 감지하는 프로젝트였다.

[0007] 최근, EEW를 MEMS 센서, 데이터 처리 및 통신 기능을 갖춘 스마트폰에 구축하는 방법이 연구되었다. 아이쉐이크 프로젝트는 지상 운동, 강도 매개변수를 측정하는 데 iPhone을 사용했으며, 지진 움직임 포착을 위한 스마트폰의 능력을 보여주는 첫 번째 원칙의 증거를 제공했다.

[0008] 아이쉐이크(iShake)를 기반으로 구축된 마이셰이크는 스마트폰의 움직임이 지진에 의한 것인지 다른 사람의 활동에 의해 이루어지는 것인지를 감지하는 스마트폰 어플리케이션으로, 스마트폰마다 복수의 녹음을 집계해 배경 소음으로 인한 지진 흔들림을 인지할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 잠재적 지진 사건이 감지되면, 사전처리로 측정하여 중앙처리 허브로 빠르게 전송하여 정확한 데이터 처리와 다른 센서 데이터와의 집계를 도모한다.

[0009] 그러나, 감지 클라이언트와 백엔드 서버를 이용한 네트워크상의 경보 시스템은 종래 EEW의 경우와 마찬가지로 인터넷 접속이 없어도 맞춤형 경보가 필요한 주거지역이나 산업지역은 EEW의 혜택을 받지 못하게 되는 단점이 있다.

[0010] 대형 아파트 단지나 공장 등 밀역에 경보를 줄 수 있도록 대상지역 건물이나 시설에 지역 지진 감지 및 알림 시스템을 직접 설치·운영할 수 있다. 따라서 생활권 내 많은 건물과 시설의 보호를 위해 고신뢰 진동을 측정하고, 데이터 처리를 실시하고, 지진 감지 결과를 안내할 수 있는 효율적인 스마트 지진 시스템을 개발할 필요가 있다.

[0011] 또한, 지진을 감지하는 지진 센서는 고가의 제품으로서 그 규모가 크며 우수한 기술력을 필요로 하기 때문에 지정된 장소 또는 기관에 고정적으로 설치되었으며, 그로부터 수집되는 정보를 분석하여 일반 국민들에게 일방적으로 지진동 감지 결과가 전파되는 시스템이 일반적이다. 또한, 지진의 감지 후 국민들에게 제공되는 정보 또는 대응책이 단순 지진의 발생 알림 또는 획일화된 정보이기 때문에, 알람의 효용도가 떨어지게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2044041

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-1970149

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-1946855

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-0911896

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 계측된 지진 이벤트를 통보하기 위해 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술을 기반으로한 저비용 스마트 IoT 지진 센서를 통해 높은 정확도로 진동을 계측 및 분석하고 지진 센서 설치 지역에 맞춤형 지침을 제공할 수 있는데 그 목적이 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따르면, 간단한 방법으로 진동을 상시 감지할 수 있으며, 지진 발생 시 수초 이내에 센서의 위치 및 계측된 지반 가속도로부터 산출된 속도, 변위를 통신기능을 통해 주변의 블루투스 장치로 전송함으로써 센서 설치 지역 근방의 지진에 대한 정보를 추가적인 분석없이 명확하게 전달이 가능한, 스마트 IoT 지진 센서 유닛 및 이를 이용한 통보방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0015] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 설정된 파라미터에 따라 지진을 감지하고, 감지된 가속도, 속도, 변위 등 지진 및 구조물 피해 해석에 필요한 정보를 통보하여 신속한 대피 및 손상 판단이 가능하며, 지진동의 단계 및 사용자가 위치한 시설의 특성에 따른 최적화된 알람을 송출하고, IoT 장치와 연동되어 지진 발생시 즉각적으로 대응이 가능한 지진동 감지센서를 이용한 지진 대응 시스템을 제공할 수 있는데 목적이 있다.

[0016] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 제1목적은, 지진 센서유닛에 있어서, 가속도를 측정하는 가속도계; 상기 가속도계에서 측정된 가속도 데이터를 기준으로 지진 이벤트를 감지하는 데이터처리수단; 상기 가속도계의 가속도데이터를 기반으로 상기 데이터처리수단에서 가속도데이터를 획득하는 트리거를 판단하는 트리거판단부; 및 상기 데이터처리수단에서 지진 이벤트를 감지하는 경우, 지진관련 정보 데이터를 생성하여, 통보하는 통신부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛으로서 달성될 수 있다.

[0018] 그리고 상기 트리거판단부는, 제1특정시간동안의 데이터평균(LTA)에 대한 제2특정시간동안의 데이터평균(STA)의 비율이 설정된 역치값을 초과하는 경우, 상기 데이터처리수단이 일정시간동안 데이터를 획득하도록 하며, 상기 제1특정시간은 상기 제2특정시간보다 5배 이상 긴 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 그리고 상기 설정된 역치값은 1.4 ~ 1.8인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한 트리거 되는 경우, 데이터처리수단은 가속도데이터를 획득하며, 로우패스필터를 통해 특정 주파수 이하의 데이터만을 수집하도록 하는 필터링부를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 그리고 상기 데이터처리수단은, 상기 가속도데이터를 기반으로 랜덤진동데이터를 판단, 분류하는 시간영역분석부; 및 상기 랜덤진동데이터가 분류된 데이터에서 지진 발생여부를 판단하는 주파수영역분석부;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한 상기 시간영역분석부는, 시간, 가속도 그래프에서 복수의 구간을 나누고, 구간 각각에 대한 표준편차를 산출한 후, 최대표준편차에 대한 최소표준편차 비율이 설정된 임계치 이상인 경우 랜덤진동데이터로 분류하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 그리고 상기 주파수영역분석부는, 주파수, 진폭그래프에서 일정시간동안의 평균값과 표준편차를 산출하고, 상기 평균값에 설정된 임계값과 상기 표준편차를 곱한 값을 합산한 수를 넘은 데이터가 설정 개수를 초과하는 경우, 지진이 발생되었다고 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 또한 지진 이벤트가 발생된 경우, 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 생성하는 데이터가공부를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 그리고 상기 통신부는 근거리통신을 이용하여, 통신범위 내로 접근한 디바이스와 연결되며, 근거리 통신 연결디바이스로, 상기 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 또한 상기 통신부는 상기 센서의 위치정보를 함께 근거리 통신 연결디바이스에 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] 본 발명의 제2목적은 지진 센서를 이용한 지진 정보 통보방법에 있어서, 속도계가 지반에 대한 가속도를 측정하는 제1단계; 트리거판단부가 상기 가속도계의 가속도데이터를 기반으로, 제1특정시간동안의 데이터평균(LTA)과, 제2특정시간동안의 데이터평균(STA)을 산출하는 제2단계; 상기 LTA에 대한 STA의 비율이 설정된 역치값을 초과하는 경우, 트리거되어 데이터처리수단이 데이터를 획득, 저장하기 시작하는 제3단계; 상기 데이터처리수단이 일정시간동안 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 기준으로 지진 발생여부를 판단하는 제4단계; 통신부가 상기 데이터처리수단에서 지진 이벤트를 감지하는 경우, 지진관련 정보 데이터를 생성하여 통보하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 IoT 지진 센서유닛을 이용한 지진 정보 통보방법으로서 달성될 수 있다.

[0028] 그리고 제 3단계에서, 필러팅부가 로우패스필터를 통해 특정 주파수 이하의 데이터만을 수집하도록 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 또한 상기 제4단계는, 시간영역분석부가 시간, 가속도 그래프에서 복수의 구간을 나누고, 구간 각각에 대한 표준편차를 산출한 후, 최대표준편차에 대한 최소표준편차 비율이 설정된 임계치 이상인 경우 랜덤진동데이터로 분류하는 제4-1단계; 및 주파수영역분석부가 주파수, 진폭그래프에서 일정시간동안의 평균값과 표준편차를 산출하고, 상기 평균값에 설정된 임계값과 상기 표준편차를 곱한 값을 합산한 수를 넘은 데이터가 설정 개수를 초과하는 경우, 지진이 발생되었다고 판단하는 제4-2단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 그리고 상기 제4-2단계 후에, 데이터 가공부가 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 생성하는 제4-3단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 또한 상기 제5단계는 상기 통신부가 근거리통신을 이용하여, 통신범위 내로 접근한 디바이스를 연결하고, 근거리 통신 연결 디바이스로, 상기 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0032] 그리고 상기 통신부는 상기 센서유닛의 위치정보를 함께 근거리 통신 연결디바이스에 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이를 이용한 통보방법에 따르면, 처리된 지진 이벤트 데이터를 통보하기 위해 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술을 기반으로 구축된 저비용 스마트 IoT 지진 센서를 통해 높은 정확도로 진동을 계측 및 분석하고 지진 센서 설치 지역에 맞춤형 지침을 제공할 수 있는 효과를 갖는다.

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이를 이용한 통보방법에 따르면, 간단한 방법으로 수 초 이내에 지진을 상시 감지할 수 있으며, 또한 센서의 위치, 지반 가속도로부터 산출된 속도, 변위를 통신기능을 통해 주변에 전송함으로써 해당지역의 지진에 대한 정보를 추가적인 분석없이 명확하게 전달이 가능한 효과를 갖는다.

[0035] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛 및 이를 이용한 통보방법에 따르면, 설정된 파라미터에 따라 지진을 감지하고, 감지된 가속도, 속도, 변위 등 지진 및 구조물 피해 해석에 필요한 정보를 통보하여 신속한 대피 및 손상 판단이 가능하며, 지진동의 단계 및 사용자가 위치한 시설의 특성에 따라 최적화된 알람을 출력하고, IoT 장치와 연동되어 지진 발생시 자동적으로 대응이 가능한 장점이 있다.

[0036] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에

만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛을 통한 지진통보방법의 전체적인 흐름도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛의 구성도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛을 통한 지진통보방법의 상세 흐름도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 트리거링부에 의한 STA/LTA 알고리즘,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 STA/LTA 알고리즘의 시뮬레이션,

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시간영역분석부에 의한 시간-가속도 그래프,

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 주파수영역분석부에 의한 주파수-진폭 그래프,

도 8a 및 도 8b는 지진과, 구조물 진동에 대한 지진 이벤트 감지 알고리즘 시뮬레이션,

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 가공부의 블록도,

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 통신부에 의한 데이터 패킷을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0039] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0040] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0041] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0042] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0044] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛의 구성, 기능 그리고 이러한 센서유닛을 이용한 지진정보 통보방법에 대해 설명하도록 한다. 먼저 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛을 통한 지진통보방법의 전체적인 흐름도를 도시한 것이다.

[0045] 도 1에 도시된 바와 같이, 전체적으로 감지 단계(sensing)(S10), 데이터 처리단계(Data processing)(S20), 그리고 통보단계(Notification)(S30)를 포함하고 있음을 알 수 있다.

[0046] 그리고 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛의 구성도를 도시한 것이다. 또한 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛을 통한 지진통보방법의 상세 흐름도를 도시한 것이다.

[0047] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 IoT 지진 센서유닛(100)은, 도 2에 도시된 바와 같이, 가속도계(10), 트리거판단부(20), 필터링부(30), 데이터처리수단(40), 통신부(50) 등을 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 데이터처리수단(40)은 시간영역분석부(41), 주파수영역분석부(42), 데이터가공부(43)를 포함하여 구성된다.

[0048] MEMS 가속도계(10)는 지반에 대한 가속도를 측정하도록 구성된다. 그리고 트리거판단부(20)는 이러한 가속도계(10)에서 측정된 가속도데이터에서 유의미한 변화가 발생되었다고 판단되면, 트리거가 되도록 구성된다.

[0049] 본 발명의 실시예에 따른 트리거판단부(20)는, 이하의 수학식 1에서와 같이, 제1특정시간동안의 데이터평균(LTA)에 대한 제2특정시간동안의 데이터평균(STA)의 비율이 설정된 역치값(a)을 초과하는 경우(S11), 데이터처리수단(40)이 일정시간동안 데이터를 획득하도록 트리거하게 된다(S12). 이러한 제1특정시간은 제2특정시간보다 5배 이상 길게 설정된다.

[0050] [수학식 1]

[0051] $$\alpha < \frac{STA}{LTA}$$

[0052] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 트리거링부에 의한 STA/LTA 알고리즘을 도시한 것이다. 그리고 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 STA/LTA 알고리즘의 시뮬레이션을 나타낸 것이다.

[0053] 예를 들어, 1100Hz로 x축 가속도를 수집하여 도 4의 우측 식에서 N_{STA} = 55, N_{LTA} = 1100로 설정하여, LTA는 1초(제1특정시간)간의 데이터 평균, STA는 0.05초(제2특정시간)간의 데이터 평균을 산출한다.

[0054] 그리고 수학식 1에서 나타난 바와 같이, STA/LTA가 역치값(a)을 초과하는 경우, 데이터처리수단(40)이 일정시간동안 데이터를 획득하도록 트리거하게 된다.

[0055] 역치값(a)에 따라 데이터를 읽어들이는 순간이 달라지게되며, a가 작을수록 변화에 민감하고, 클수록 변화에 둔감하게 된다. 본 발명의 구체적 실시예에서는 a=1.6으로 설정하여 지난 1초간 읽어들인 가속도 평균보다 0.05초간 읽어들인 가속도의 평균이 1.6배를 초과하면 유의미한 변화가 발생했다고 여기고 트리거가 되도록 한다.

[0056] 도 5에 도시된 바와 같이, 랜덤진동, 지진, 구조물 진동 각각 100개의 데이터 셋을 준비해 본 발명의 실시예에 따른 STA/LTA 알고리즘의 트리거 성능을 분석한 결과, 위와 같이 움직임을 정밀하게 포착할 수 있음을 알 수 있다.

[0057] 그리고 트리거 되는 경우, 데이터처리수단(40)은 가속도데이터를 획득하며, 필터링부(30)는 로우패스필터를 통해 특정 주파수 이하의 데이터만을 필터링하게 된다(S13). 예를 들어, 필터링을 통해 20Hz이하의 신호만을 남기도록 구성된다.

[0058] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 데이터처리수단(40)은 시간영역분석부(41)와, 주파수영역분석부(42)를 포함하며, 시간영역분석부(41)는, 가속도데이터를 기반으로 랜덤진동데이터를 판단, 분류하도록 구성된다.

[0059] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시간영역분석부에 의한 시간-가속도 그래프를 도시한 것이다.

[0060] 시간영역분석부(41)는, 도 6에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 10초간 읽어들인 1100개의 가속도 time-series 데이터를 4구간으로 나누고, 구간 각각에 대한 표준편차를 산출한 후, 이하의 수학식 2와 같이, 최대표준편차($\max(s_k)$)에 대한 최소표준편차($\min(s_k)$) 비율이 설정된 임계치(t_{random}) 이상인 경우 랜덤진동데이터로 분류하게 된다(S21).

[0061] [수학식 2]

[0062] $$\frac{\min(\sigma_k)}{\max(\sigma_k)} > \tau_{random}$$

[0063] 즉, 정현파(sine wave)는 시간에 따른 진동의 추세가 일정함을 이용해 구간별 변화의 비율로 정현파를 구분하게

된다. 본 발명의 구체적 실시예에서, t_{random}를 0.75로 설정하였고, 최대표준편차(max(s_k))에 대한 최소표준편차(min(s_k)) 비율이 0.75이상인 경우 랜덤진동데이터로 판단하여 분류하게 된다.

[0064] 그리고 주파수영역분석부(42)는 랜덤진동데이터가 분류된 데이터에서 지진 발생여부를 판단하도록 한다(S22).

[0065] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 주파수영역분석부에 의한 주파수-진폭 그래프를 도시한 것이다.

[0066] 본 발명의 실시예에 따른 주파수영역분석부(42)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 주파수, 진폭그래프에서 일정시간 동안의 평균값과 표준편차를 산출하고, 이하의 수학식 3과 같이, 평균값(mean)에 설정된 임계값(λ)과 표준편차(s_{sxx})를 곱한 값을 합산한 수(mean+λ_{sxx})를 넘은 개수(n(S_{TH}))가 설정 개수(Ns)를 초과하는 경우, 지진이 발생되었다고 판단하게 된다.

[0067] [수학식 3]

[0068]
$$S_{TH} = \left\{ v \mid v > E\left[S_{xx}\right] + \lambda \sigma_{S_{xx}}, \forall v \in S_{xx} \right\}$$

[0069] 즉, 설정된 임계값(λ)에 따라 카운트(count)되는 개수가 달라지게 되며, 카운트된 개수에 따라 건물진동과 지진을 구분하게 된다. 구체적 실시예에서, 지진으로 감지될 조건으로 λ는 1.6, Ns는 25로 설정하였다.

[0070] 도 8a 및 도 8b는 지진(earthquake, 도 8a)과, 구조물 진동(Str. Vib, 도 8b)에 대한 지진 이벤트 감지 알고리즘 시뮬레이션을 나타낸 것이다.

[0071] 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 평균값(mean)에 설정된 임계값(λ)과 표준편차(s_{sxx})를 곱한 값을 합산한 수(mean+1.6(λ)s_{sxx})를 임계값으로 설정해, 임계값을 초과하는 개수가 설정 개수(25개)를 초과하는 것을 기준으로 지진파와 구조물 진동을 구분할 수 있음을 알 수 있고, 수치해석결과 오차없이 100% 정확히 구분해 냄을 알 수 있다.

[0072] 그리고 본 발명의 데이터처리수단(40)은 데이터가공부(43)를 포함할 수 있으며, 이러한 데이터가공부(43)는 지진 이벤트가 발생된 경우, 최대지반 가속도데이터, 최대지반 속도데이터, 최대지반 변위데이터, 진도데이터를 생성하도록 구성된다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 가공부의 블록도를 도시한 것이다.

[0073] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 통신부(50)는 근거리통신을 이용하여, 통신범위 내로 접근한 디바이스(1)와 연결되도록 구성된다.

[0074] 또한 통신부(50)는 근거리 통신 연결 디바이스(1) 각각으로, 산출된 최대지반 가속도데이터(PSA), 최대지반 속도데이터(PSV), 최대지반 변위데이터(PSD), 진도데이터를 전송하게 된다(S30).

[0075] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 센서유닛(100)은 설치 당시에 설치 위치에 대한 위치정보를 저장하고 있으며, 통신부(50)는 센서유닛(100)의 위치정보를 함께 근거리 통신 연결 디바이스(1)에 전송하게 된다. 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 통신부에 의한 데이터 패킷을 도시한 것이다.

[0077] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0078] 1:근거리 통신 연결 디바이스

10:가속도계

20:트리거판단부

30:필터링부

40:데이터처리수단

41:시간영역분석부

42:주파수영역분석부

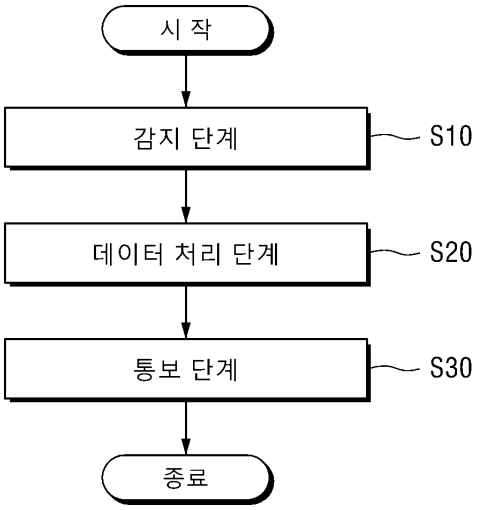
43:데이터가공부

50:통신부

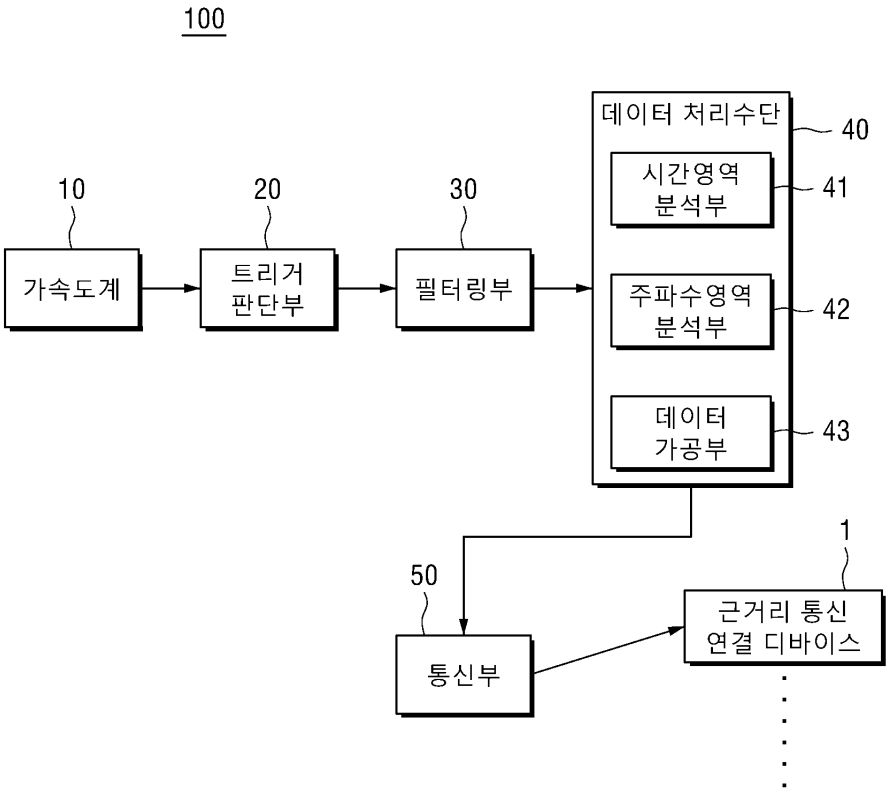
100:스마트 IoT 지진 센서유닛

도면

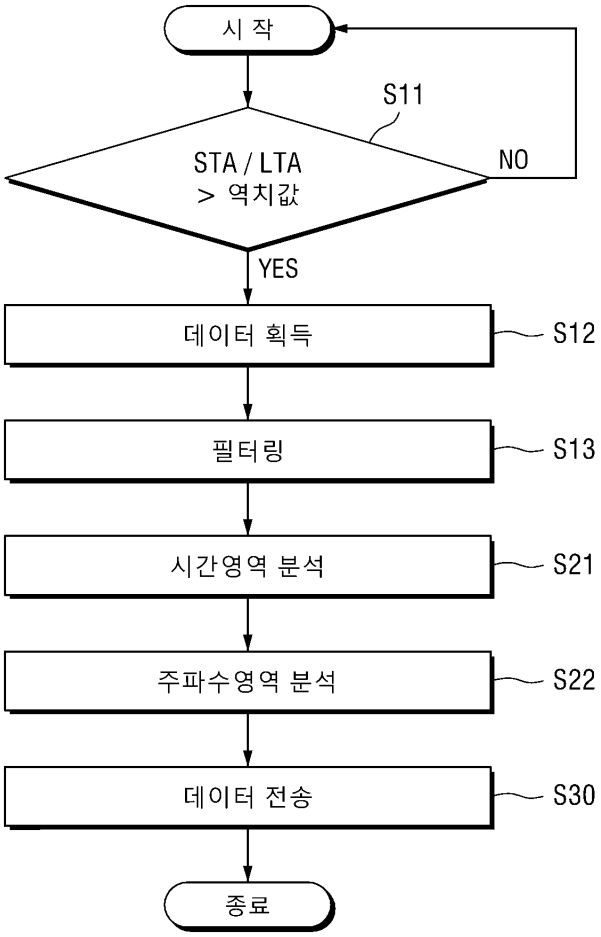
도면1



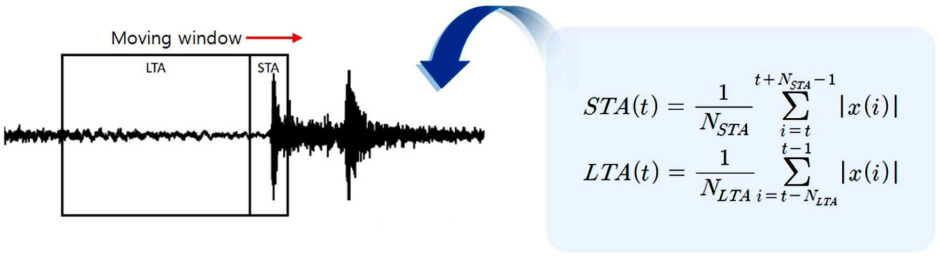
도면2



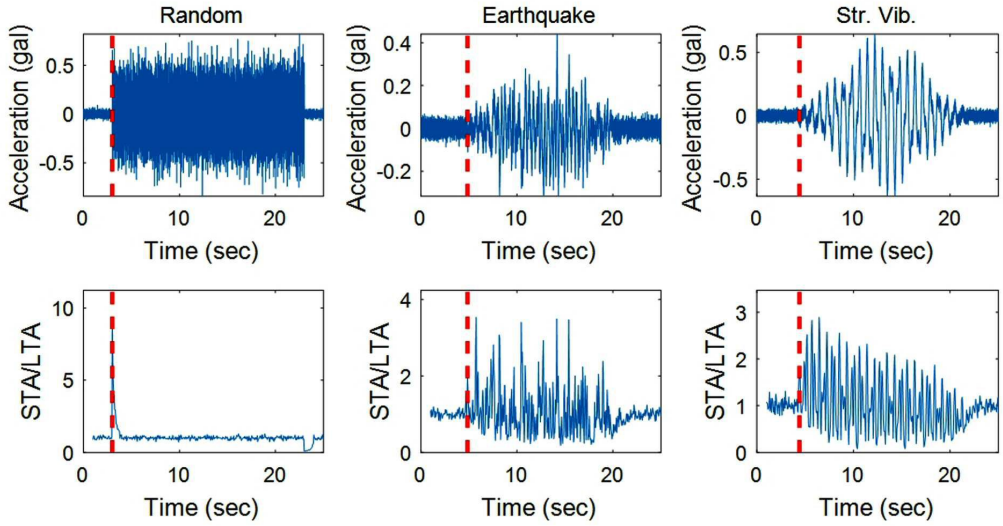
도면3


시 작
S11
STA / LTA
> 역치값
NO
YES
데이터 획득
S12
필터링
S13
시간영역 분석
S21
주파수영역 분석
S22
데이터 전송
S30
종료

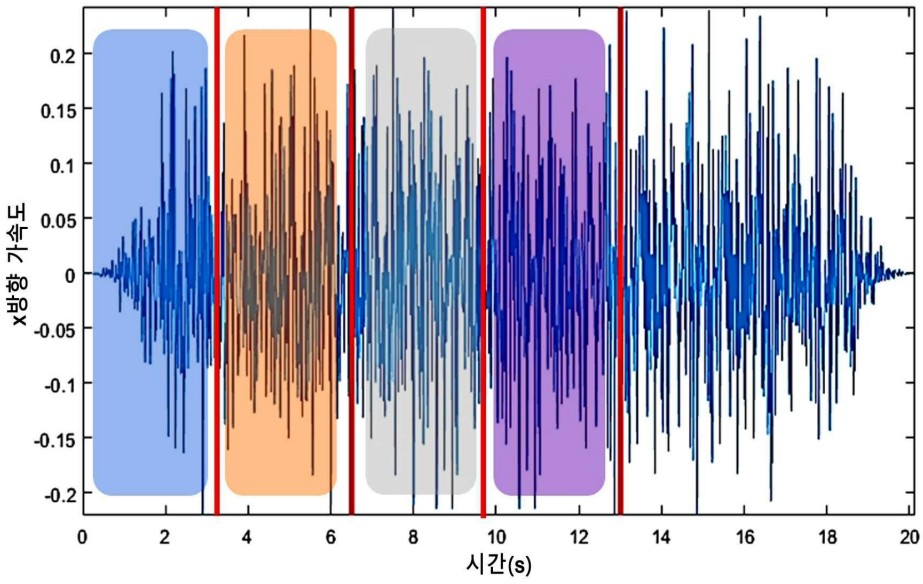
도면4


Moving window
LTA
STA
$STA(t) = \frac{1}{N_{STA}} \sum_{i=t}^{t+N_{STA}-1} |x(i)|$
$LTA(t) = \frac{1}{N_{LTA}} \sum_{i=t-N_{LTA}}^{t-1} |x(i)|$

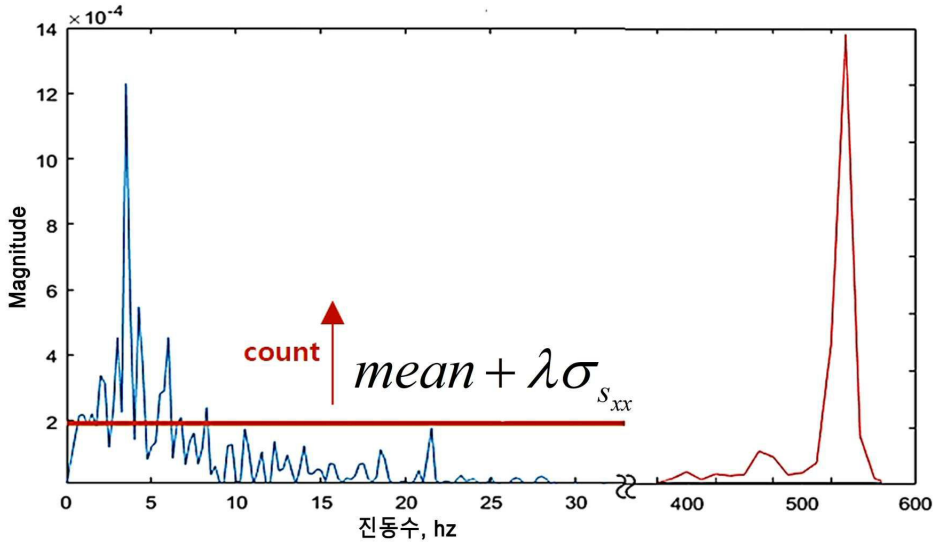
도면5


Random
Earthquake
Str. Vib.
Acceleration (gal)
STA/LTA
Time (sec)

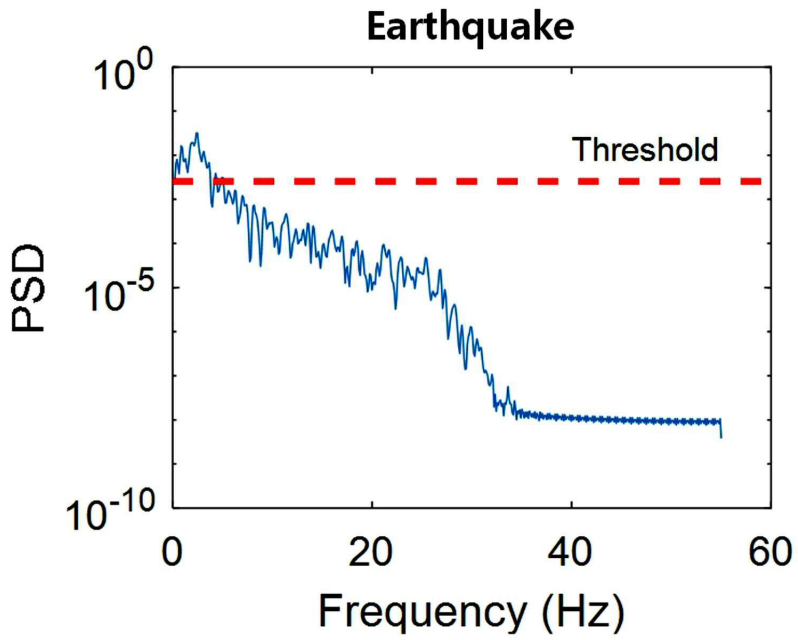
도면6


x방향 가속도
시간(s)

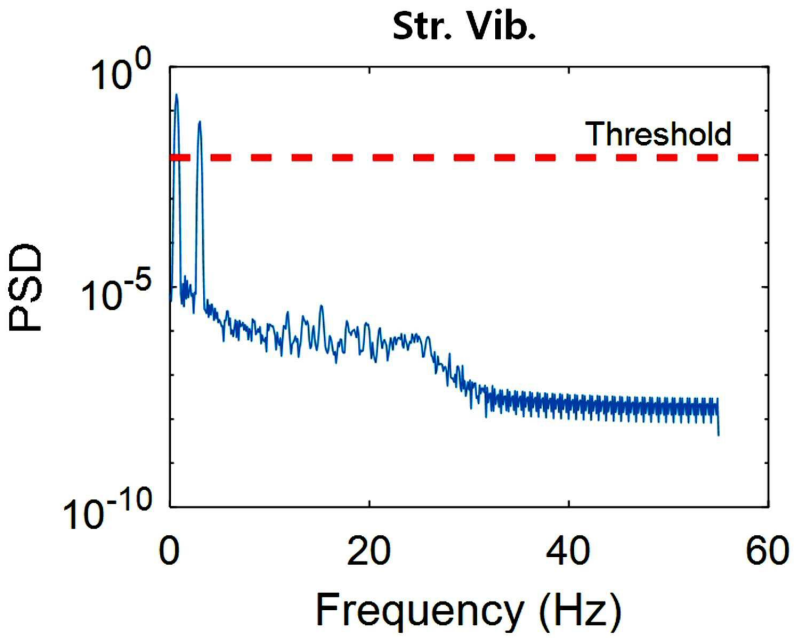
도면7


×10-4
14
12
10
8
6
4
2
Magnitude
count
mean + λσ Sxx
0
5
10
15
20
25
30
400
500
600
진동수, hz

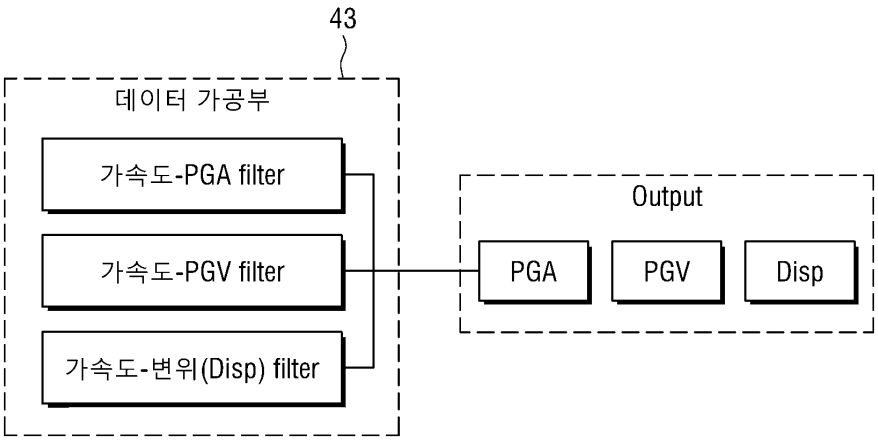
도면8a


Earthquake
10^0
10^-5
10^-10
PSD
Threshold
0
20
40
60
Frequency (Hz)

도면8b



도면9



도면10

