

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 1월 25일 (25.01.2018) **WIPO | PCT**



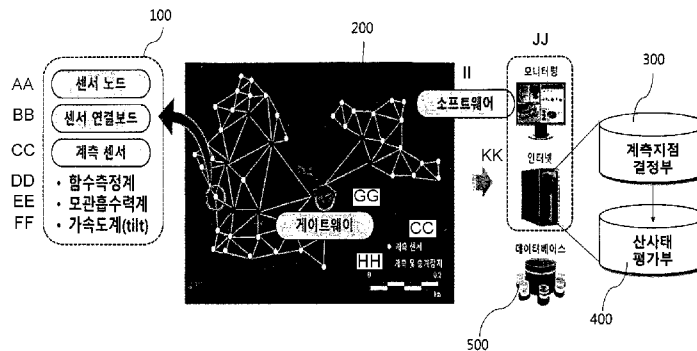
(10) 국제공개번호
WO 2018/016703 A1

- (51) 국제특허분류:
G08C 17/02 (2006.01) *G01D 21/02* (2006.01)
G08B 21/18 (2006.01) *G08B 31/00* (2006.01)
G01W 1/14 (2006.01) *G08B 21/10* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/001124
- (22) 국제출원일: 2017년 2월 2일 (02.02.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0090548 2016년 7월 18일 (18.07.2016) KR
- (71) 출원인: 연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) [KR/KR]; 03722 서울시 서대문구 연세로 50, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 정상섬 (JEONG, Sang Seom); 06355 서울시 강남구 광평로19길 15, Seoul (KR). 이광우 (LEE, Kwang Woo); 16674 경기도 수원시 영통구 매영로 132길, Gyeonggi-do (KR). 김정환 (KIM, Jung Hwan); 04358 서울시 용산구 새창로8길 157, Seoul (KR). 홍문현 (HONG, Moon Hyun); 07256 서울시 영등포구 국회대로 552, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김인철 (KIM, In Cheol); 06656 서울시 서초구 반포대로23길 14, (서초동, 매강빌딩 4층), Seoul (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,

(54) Title: WIRELESS SENSOR NETWORK MEASUREMENT SYSTEM AND MEASUREMENT METHOD FOR MONITORING, FORECASTING AND ALARMING LANDSLIDE

(54) 발명의 명칭: 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법

【도 1】



- 300 ... Measurement point determination unit
400 ... Landslide evaluation unit
500 ... Database
AA ... Sensor node
BB ... Sensor connection board
CC ... Measuring sensor
DD ... Confluence measuring meter
EE ... Capillary absorption power measuring meter
FF ... Gyroscope (tilt)
GG ... Gateway
HH ... Measurement and relay device
II ... Software
JJ ... Monitoring
KK ... Internet

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless sensor network measurement system and a measurement method for monitoring, forecasting and alarming a landslide. The present invention comprises: a measurement point decision unit for determining measurement points using a two-dimensional mesh automatic generation algorithm; a wireless network sensor unit which is composed of a plurality of sensor nodes installed to be scattered at the determined measurement points in a mountain area, and obtains landslide measurement information at each sensor node; a gateway for collecting the measurement information of the each sensor node and transmitting the collected measurement information to the outside; and a landslide evaluation unit for generating landslide information

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.

- (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, ST, 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 제21조(3))

using a landslide forecasting/alarm algorithm through the measurement information received from the gateway and the determined measurement point.

(57) 요약서: 본 발명은 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법에 관한 것으로, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하는 계측지점 결정부; 산악 지역의 상기 결정된 계측지점에 산재 되어 설치된 다수의 센서노드로 구성되고, 각 센서노드에서 산사태 계측정보를 획득하는 무선 네트워크 센서부; 상기 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 외부로 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및 상기 게이트웨이로부터 수신받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하는 산사태 평가부를 포함하여 구성된다.

명세서

발명의 명칭: 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법

기술분야

- [1] 본 발명은 산사태 예·경보 계측 시스템 및 계측방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 계측지점을 보다 합리적으로 결정하고, 무선 계측기법의 현장적용을 수월하게 하며, 실시간으로 정확하게 산사태를 모니터링하고 예·경보가 가능한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 우리나라의 국토는 약 70%가 산지이며, 이를 관리하기 위해 사면안정해석이 수행되고 있으나, 산사태를 예·경보하고 피해를 저감시키기 위해서는 산지·사면의 계측에 의한 실시간 관리가 이루어져야 한다. 무선 센서 네트워크 계측(Wireless sensor network, WSN) 기법은 최근 광역적 산지·사면 계측에 있어서 기존 계측방법에 비해 경제성과 시공성이 입증되어 활발히 연구 및 적용되고 있다. 하지만, 현재 WSN을 이용한 산지·사면의 계측은 활발히 연구 및 적용되고 있으나 계측시스템의 구체적인 구성과 네트워크를 구성하는 계측지점을 결정하기 위한 합리적인 방법이 제시되지 않아 정성적으로 이루어지고 있는 실정이다. 본 기술은 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 계측시스템의 구성을 명확히 하고, 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 무선계측 시스템을 활용한 산지·사면의 계측이 보다 합리적으로 이뤄지도록 하는 기법이다.
- [3] 종래의 사면계측기법은 규모가 작고, 계측 및 관리의 대상이 명확한 인공사면 등에 적용하기에는 적절하나, 계측·관리대상이 유역단위의 광역적 규모인 산사태에 적용하기에는 경제성, 시공성 및 사용성이 부족하여 한계가 있다. 또한, WSN을 이용한 산지·사면의 계측은 활발히 연구 및 적용되고 있으나 계측시스템의 구체적인 구성과 네트워크를 구성하는 계측지점을 결정하기 위한 합리적인 방법이 제시되지 않아 정성적으로 이루어지고 있는 실정이다.
- [4] 또한, 현재 무선 센서 네트워크(WSN)를 이용한 산지·사면의 계측은 활발히 연구 및 적용되고 있으나 계측시스템의 구체적인 구성과 네트워크를 구성하는 계측지점을 결정하기 위한 합리적인 방법이 제시되지 않아 정성적으로 이루어지고 있는 실정이다.
- [5] [선행기술문헌]
- [6] [특허문헌]
- [7] 대한민국 공개특허공보 제10-2008-0002092호(공개일자:2008년01월04일)
- [8] 대한민국 공개특허공보 제10-2014-0076273호(공개일자:2014년06월20일)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법은 다음과 같은 해결과제를 가진다.
- [10] 첫째, 본 발명은 기존 계측방법에 비해 경제성과 시공성이 입증되어 활발히 연구 및 적용되고 있는 무선 센서 네트워크 계측(Wireless sensor network, WSN)기법을 적용한 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법을 제공하고자 함이다.
- [11] 둘째, 본 발명은 계측시스템의 구체적인 구성과 네트워크를 구성하는 계측지점을 보다 합리적으로 결정하는 방법을 제시하여, 무선 계측기법의 현장적용을 수월하게 하고, 실시간으로 정확한 산사태 모니터링이 가능한 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.
- [12] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 특징은, 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템으로, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하는 계측지점 결정부; 산악 지역의 상기 결정된 계측지점에 산재 되어 설치된 다수의 센서노드로 구성되고, 각 센서노드에서 산사태 계측정보를 획득하는 무선 네트워크 센서부; 상기 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 외부로 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및 상기 게이트웨이로부터 수신 받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하는 산사태 평가부를 포함한다.
- [14] 여기서, 상기 산사태 계측정보는, 강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 중 적어도 어느 하나인 것이 바람직하고, 상기 무선 네트워크 센서부는, 산악 지역에 산재 되어 설치되는 것으로, 무선통신장치를 구비하는 다수의 센서 노드; 각 센서 노드와 연결되어 해당 센서 노드의 주변 위치에서 산사태 계측 정보를 측정하는 계측 센서; 및 상기 계측 센서 및 센서 노드의 정보를 처리하는 센서 연결보드를 포함하는 것이 바람직하다.
- [15] 또한, 상기 계측지점 결정부는, 산악 지역의 강우 조건, 지반 조건, 사면 경사 및 토심 정보를 바탕으로 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 계측대상유역을 결정하고, 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점 좌표를 입력하고, 요소망 알고리즘을 이용하여 상기 계측대상유역 내의 다수의 지점을 결정하여 메쉬형 요소망을 생성하는 것이 바람직하다.
- [16] 더하여, 바람직하게는 산사태 예·경보 정보, 산악 지역의 지형 및 지질 정보, 계측된 산사태 계측정보, 강우량 정보를 저장하는 데이터베이스를 더 포함하는 것일 수 있고, 계측된 산사태 계측정보를 요소망을 이용하여 시각화하는

디스플레이장치를 더 포함하는 것일 수 있다.

[17]

[18] 그리고, 본 발명의 제2 특징은, 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법으로, (a) 산악 지역의 산사태 정보 획득을 위한 계측지점을 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 결정하는 단계; (b) 산악 지역에 다수의 센서 노드로 구성된 무선 네트워크 센서부가 상기 결정된 계측지점에 대하여 산사태 계측정보를 실시간으로 계측하는 단계; (c) 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및 (d) 산사태 평가부가 상기 게이트웨이로부터 수신받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예·경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하고 평가하는 단계를 포함한다.

[19] 여기서, 상기 산사태 평가부가 생성한 산사태 정보 및 평가 정보를 바탕으로, 산사태 예·경보 정보를 표시하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하고, 상기 (a) 단계는, (a1) 산악 지역의 강우 조건, 지반 조건, 사면 경사 및 토심 정보를 바탕으로 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 계측대상유역을 결정하는 단계; (a2) 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점 좌표를 입력하는 단계; 및 (a3) 요소망 알고리즘을 이용하여 상기 계측대상유역 내의 다수의 지점을 결정하여 매쉬형 요소망을 생성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[20] 또한, 상기 산사태 계측정보는, 강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 중 적어도 어느 하나인 것이 바람직하고, 상기 (d) 단계는, (d1) 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 수신받은 결정된 계측지점의 계측정보와 비교하여 안전성 여부를 판단하는 단계; (d2) 안전 기준을 초과하는 경우, 강우 데이터로부터 현재 강우의 지속시간이 기준시간을 초과하는지 여부를 판단하는 단계; (d3) 기준시간을 초과하는 경우, 상기 계측정보와 산사태 예·경보 기준을 초과하는지 여부를 판단하는 단계; 및 (d4) 경보 기준을 초과하는 경우 산사태 예보 또는 경보를 표시하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[21] 더하여, 상기 (d2) 단계 이후, 기준시간을 초과하는 경우, 계측지점의 인접지역의 계측정보와 산사태 예·경보 기준을 초과하는지 여부를 판단하는 단계; 및 경보 기준을 초과하는 경우, 산사태 예·경보 정보, 피해 예상지역 정보 및 대피 정보를 표시하는 단계를 포함하는 것이 바람직하고, 산사태 예·경보 정보, 산악 지역의 지형 및 지질 정보, 계측된 산사태 계측정보, 강우량 정보를 데이터베이스에 저장하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하며, 상기 산사태 예·경보 기준의 거동평가 및 고도화 작업을 수행하고, 상기 데이터베이스에 저장하여 업데이트 하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[22]

[23] 그리고, 본 발명의 제3 특징은, 하드웨어와 결합되어, 상술한 산사태 모니터링 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램을 그 특징으로 한다.

발명의 효과

- [24] 본 발명에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [25] 첫째, 본 발명은 무선 센서 네트워크 계측시스템의 개념 및 구성, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용한 계측지점의 결정 및 요소망을 이용한 시각화 기법을 적용하여 계측 시스템의 구축을 용이하게 하고, 계측 정밀성을 높일 수 있는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법을 제공한다.
- [26] 둘째, 본 발명은 실시간으로 정확성 및 현장성을 높일 수 있는 무선 센서 네트워크를 이용한 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 계측 시스템 및 방법을 제공한다.
- [27] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템의 블록 구성을 나타낸 도면이다.
- [29] 도 2는 본 발명의 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법의 순서를 나타낸 순서도이다.
- [30] 도 3은 종래의 사면계측기법과 본 발명의 실시예에 따른 사면 계측기법을 비교한 모식도이다.
- [31] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법의 산사태 예·경보를 위한 알고리즘을 나타낸 도면이다.
- [32] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템의 계측 결과를 시각화한 도면이다.
- [33] 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법에서 계측지점의 결정에 사용되는 요소망 알고리즘의 단계별 모식도이다.
- [34] 도 8은 본 발명이 실시예에서 요소망 생성을 통한 계측지점의 결정을 나타내는 모식도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 본 발명은 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템으로서, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하는 계측지점 결정부; 산악 지역의 상기 결정된 계측지점에 산재 되어 설치된 다수의 센서노드로 구성되고, 각 센서노드에서 산사태 계측정보를 획득하는 무선 네트워크 센서부; 상기 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 외부로 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및 상기 게이트웨이로부터 수신 받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을

이용하여 산사태 정보를 생성하는 산사태 평가부를 포함하는 것이 바람직하다.
발명의 실시를 위한 형태

- [36] 본 발명의 추가적인 목적들, 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명 및 첨부도면으로부터 보다 명료하게 이해될 수 있다.
- [37] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 본 발명은 다양한 변경을 도모할 수 있고, 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 아래에서 설명되고 도면에 도시된 예시들은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [38] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [39] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [40] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다.
- [41] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [42]
- [43] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [44] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템의 블록 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법의 순서를 나타낸 순서도이다.
- [45] 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및

예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템은, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하는 계측지점 결정부(300); 산악 지역의 상기 결정된 계측지점에 산재 되어 설치된 다수의 센서노드로 구성되고, 각 센서노드에서 산사태 계측정보를 획득하는 무선 네트워크 센서부(100); 상기 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 외부로 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이(200); 및 상기 게이트웨이(200)로부터 수신받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하는 산사태 평가부(400)를 포함하여 구성된다.

[46] 그리고, 도 2에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법은, (a) 산악 지역의 산사태 정보 획득을 위한 계측지점을 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 결정하는 단계; (b) 산악 지역에 다수의 센서 노드로 구성된 무선 네트워크 센서부(100)가 상기 결정된 계측지점에 대하여 산사태 계측정보를 실시간으로 계측하는 단계; (c) 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이(200); 및 (d) 산사태 평가부(400)가 상기 게이트웨이(200)로부터 수신받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하고 평가하는 단계를 포함하여 구성된다.

[47] 본 발명의 실시예는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측시스템의 구축방법과 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 무선계측 시스템을 활용한 계측지점을 결정하는 시스템 및 기법으로, 무선 센서 네트워크 계측시스템의 개념 및 구성, 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용한 계측지점의 결정, 요소망을 이용한 시각화 기법으로 구성되어 있다.

[48] 이와 같은 본 발명이 실시예에 따른 무선 센서 네트워크 계측시스템의 구성은 광역 지역의 산지·사면을 모니터링 할 수 있고, 산사태 예·경보에 적절한 계측이 이뤄질 수 있으며, 계측지점을 결정하기 위해 대상 구역(Boundary)에 따라 적적할 요소망을 구성하여 계측 결과를 시각화하여 산사태 예·경보에 보다 효율적으로 사용할 수 있다.

[49] 즉, 본 발명의 실시예는, 최근 광역적 산지·사면 계측에 있어서 기존 계측방법에 비해 경제성과 시공성이 입증되어 활발히 연구 및 적용되고 있는 무선 센서 네트워크 계측(Wireless sensor network, WSN)기법에 활용하여 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 계측 시스템 및 방법에 관한 것으로, 계측시스템의 구체적인 구성과 네트워크를 구성하는 계측지점을 결정하기 위한 합리적인 방법 및 시스템을 제공하여, 실시간으로 정확성 및 현장성을 높일 수 있는 무선 센서 네트워크를 이용한 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 계측 시스템 및 방법을 제공한다.

[50]

[51] 보다 구체적으로, 도 1에 나타낸 바와 같이, 무선 센서 네트워크 센서부는 산악 지역에 설치된 다수개의 센서 노드와 센서 노드와 연결된 산사태 계측정보를

측정할 수 있는 적어도 하나의 센서와, 센서 노드의 정보와 외부의 서버 또는 센서 정보 처리장치 또는 컴퓨터와 정보를 연결하는 게이트웨이(200) 또는 베이스 스테이션으로 구성된다.

[52] 여기서, 센서는 산사태 예.경보 정보를 획득하기 위한 계측 센서로서, 강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 등을 계측할 수 있는 적어도 하나 이상의 센서로 구성된다. 즉, 강우량 측정센서, 모관흡수력 센서, 함수비 측정센서, 지반 기울기 측정센서 등으로 구성할 수 있고, 지반 기울기 센서는 가속도 센서, 기울기 센서, 자이로 센서 등으로 구성되는 것이 바람직하다.

[53] 이처럼 본 발명의 실시예에서 무선 센서 네트워크 센서부의 센서들은 강우에 의하여 변화되는 강우량, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 등을 실시간으로 측정할 수 있게 된다.

[54] 각 센서 노드의 센서에 의한 계측 정보는 무선센서 네트워크를 통해 게이트웨이(200)로 전송되고, 무선센서 네트워크는 다중 주파수 도약(multi frequency hopping) 기능을 지원하고 있으므로 근거리 또는 원거리 무선통신모듈로 구성된 네트워크를 용도에 맞도록 운영하면 임의의 전송망을 자동으로 형성할 수 있다.

[55] 특히, 근거리 무선통신모듈(Zigbee)의 경우에는 통신거리가 제한되어 있으므로 먼 거리의 게이트웨이(200)까지 연결하기 위해서는 많은 게이트웨이(200)가 있어야 하지만, 상기 다수 주파수 도약 기능을 이용하면 각각의 무선통신모듈(Zigbee)이 라우터(router) 기능을 공동으로 적용할 수 있으므로 스스로 네트워크를 구성할 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 센서 등의 계측 결과값을 게이트웨이(200)로 전송하고, 게이트웨이(200)에서 이 계측 정보를 산사태 평가부(400)로 전송하여 산사태 예.경보를 위한 평가정보를 생성하게 된다.

[56] 그리고, 계측지점 결정부(300) 및 산사태 평가부(400)는 하나의 컴퓨팅 장치 또는 서버로 구성되는 것으로, 물리적 장치에 의해 구분되는 것도 가능하고, 각 장치가 서로 연동되어 소프트웨어적으로 구분되는 장치도 가능하다.

[57] 여기서 계측지점 결정부(300)는 상기 계측지점 결정부(300)는, 산악 지역의 강우 조건, 지반 조건, 사면 경사 및 토심 정보를 바탕으로 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 계측대상유역을 결정하고, 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점 좌표를 입력하고, 요소망 알고리즘을 이용하여 상기 계측대상유역 내의 다수의 지점을 결정하여 메쉬형 요소망을 생성할 수 있다.

[58] 또한, 본 발명의 실시예에서는 산사태 예.경보 정보, 산악 지역의 지형 및 지질 정보, 계측된 산사태 계측정보, 강우량 정보를 저장하는 데이터베이스를 더 포함하는 것도 가능하다.

[59]

[60] 이하에서 보다 구체적으로 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예.경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법에 대하여,

단계적으로 상세히 설명하기로 한다.

- [61] 도 3은 종래의 사면계측기법과 본 발명의 실시예에 따른 사면 계측기법을 비교한 모식도이다. 도 3의 (a)에 나타난 바와 같이, 종래의 사면계측기법은 규모가 작고, 계측 및 관리의 대상이 명확한 인공사면 등에 적용하기에는 적절하나, 계측·관리대상이 유역단위의 광역적 규모인 산사태에 적용하기에는 경제성, 시공성 및 사용성이 부족하여 한계가 있다. 이에 본 발명의 실시예에서는 도 3의 (b)에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 사면 계측기법은 최근 광역적 산지·사면 계측에 있어서 기존 계측방법에 비해 경제성과 시공성이 입증되어 활발히 연구되고 있는 무선 센서 네트워크 계측(Wireless sensor network, WSN)기법에 활용하여, 시공이 용이하고, 저비용의 정확한 계측 네트워크 시스템을 제안한다.
- [62] 또한, 산사태는 대부분 강우침투에 의해 발생하며, 강우침투에 의한 산사태 발생은 선행강우, 누적강우 및 시간 강우와 밀접한 관련이 있다(Campbell, 1975; Wilson, 1989; Guzzetti et al., 2007; Jeong et al., 2014). 강우가 발생하면 지반으로 물이 침투하여 습윤대를 형성하고 습윤대가 일정 깊이에 도달하면 지반의 강도를 증가시키는 모관흡수력을 감소시켜 함수비 및 불포화 투수계수가 증가하며 강우 침투속도가 빨라지게 되어 사면의 불안정성이 증가하게 된다(Ng and Shi, 1998; Fourie et al., 1999; Cho and Lee, 2000; Jeong et al., 2009).
- [63] 이에 본 발명의 실시예에서는 이와 같은 산사태 발생 메커니즘을 바탕으로 함수비, 모관흡수력 및 가속도를 측정하여 산사태 모니터링 및 예·경보가 가능한 계측 시스템 및 계측방법을 제안한다. [표 1]은 본 발명의 실시예에서 적용되는 무선 센서 네트워크 계측시스템의 구성을 나타낸다.

- [64] [표1]

구성	내용
센서 노드	· 데이터 송수신 · GPS
센서 연결보드	· 디지털 · Interface cable
계측센서	· 함수측정계 · Soil moisture 측정
· 모관흡수력계	· Matric suction 측정
· 가속도계	· 가속도 측정 · tilt 변환
베이스 스테이션	· 계측데이터 취합 및 송신
소프트웨어	· 데이터 변환 및 분석

- [65]

- [66] 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법은 요소망 생성 알고리즘을 활용하여 적절한 계측지점을 결정하고 계측결과를 시각적으로 도시화하여 표시할 수 있도록 하는 기술을 제안한다. 또한, 무선 센서 네트워크 계측시스템을 이용한 산지·사면 계측결과로부터 산사태 예·경보를 위한 알고리즘을 도 4과 같이

나타낸다.

[67] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법은 유역단위 산사태 예·경보에 적합한 무선 센서 네트워크 계측시스템의 구성 및 계측 결과를 이용한 산사태 예·경보뿐만 아니라 계측결과를 시각적으로 도시할 수 있게 된다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템의 계측 결과를 시각화한 도면이다.

[68]

[69] 보다 구체적으로, 본 발명의 실시예는 (a) 단계에서, 산악 지역의 산사태 정보 획득을 위해 2차원 요소망 생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하게 된다. 요소망 생성 알고리즘을 이용한 계측지점의 결정은 계측대상유역의 결정 프로세스, 유역 경계지점 좌표 입력 및 메쉬형 요소망 생성 단계를 포함하여 구성된다. 도 6 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법에서 계측지점의 결정에 사용되는 요소망 알고리즘의 단계별 모식도이다.

[70]

[71] 계측대상유역 결정

[72] 먼저, 도 6에 나타낸 바와 같이, 산사태 모니터링을 위한 계측대상유역의 결정은 Stability Index Mapping (SINMAP; Pack et al., 1998), Transient Rainfall Infiltration and Grid-based Regional Slope-stability Model (TRIGRS; Baum et al., 2008), Shallow Slope Stability Model (SHALSTAB; Montgomery and Dietrich, 1994), GEOTOPFS model (Simoni et al., 2008), Shallow landslide Instability Prediction model (SLIP; Montrasio et al., 2011), Triangulated Irregular Networks-based Real-time Integrated Basin Simulator and Vegetation Generator for Interactive Evolution (tRIBS-VEGGIE; Lepore et al., 2013), GIS-based prediction method of landslide susceptibility using a rainfall infiltration-groundwater flow model (YS-slope; Kim et al., 2014) 등과 같은 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 결정할 수 있다. 산사태 시뮬레이션에서는 강우조건, 지반조건, 사면 경사 및 토심 등을 고려하여 산사태 발생 가능성이 높은 지점을 결정할 수 있으며, 계측 대상유역 결정시 주요 계측지점을 결정하는데 중요한 결과로 사용된다.

[73]

[74] 유역 경계지점 좌표 입력

[75] 유역 경계지점의 좌표입력 단계는, 도 7에 나타낸 바와 같이, 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점(boundary point) 좌표를 입력한다. 경계 지점(Boundary point)를 조밀하게 하면, 요소망이 더 조밀하게 생성되며, 느슨하게 하면 요소망 또한 느슨하게 생성된다. 요소망의 조밀도는 계측 계획 시 결정된 계측지점의 개수를 고려하여 적절하게 조절해야 한다.

[76]

[77] 메쉬형 요소망 생성 및 계측지점의 결정

[78] 도 8은 본 발명이 실시예에서 요소망 생성을 통한 계측지점의 결정을 나타내는 모식도이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 메쉬형 요소망 생성 및 계측지점의 결정은 요소망을 생성하여 계측지점을 결정하기 위해 공학용 프로그래밍 언어인 MATLAB(2016a)를 사용했으며, 아래와 같은 절차를 통해 요소망을 생성하였다.

[79] 계측지점은 요소망 생성 알고리즘으로부터 결정된 유역경계 (boundary) 내의 지점으로 결정되어 전체 유역을 효율적으로 대표하고, 각 계측지점으로부터 얻어진 계측 결과를 시각적으로 표현할 수 있도록 구성되었다. 요소망 생성 알고리즘은 다음의 과정을 거쳐 요소망(mesh)을 생성하게 된다.

[80] ① 메쉬 크기 정의(Mesh size define: 요소망의 최대 크기를 결정), ② 기하 체크(Checking Geometry: 지점 좌표, 경계 지점(Boundary point)의 좌표 확인), ③ 경계 내 지점 생성(Estimating local geometry feature size) ④ 사지 트리 분해(Quadtree decomposition: Forming element quadtree, Placing Boundary Nodes, Smoothing Boundaries), ⑤ 메쉬 초기화(Initializing Mesh), ⑥ 반복 컨버전스(Iteration Convergence), ⑦ 메쉬 생성(Mesh generation)

[81]

[82] (b) 단계는 무선 센서 네트워크를 이용하여 산사태 계측정보를 실시간으로 계측하는 단계이다. 여기서, 산사태 계측정보는 강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 등을 포함한다. 그리고 (c) 단계는, 결정된 계측지점의 센서노드에서 송신된 산사태 계측정보 게이트웨이(200)가 수신받고, 산사태 평가부(400)로 송신하는 단계이다. 여기서 무선 센서 네트워크(WSN)에서 측정된 정보 신호들은 데이터베이스에 주기적으로 저장하여 업데이트 하는 것이 바람직하다. 이는 강우에 의해 시시각각 변해가는 산악 지역의 정보들을 최신 정보로 업데이트 함으로써, 산악 지역의 사면을 정확하게 평가할 수 있으므로, 시간에 따른 변화정보를 이용하여 산사태 예·경보 정보를 정확하게 생성할 수 있기 때문이다.

[83]

[84] (d) 단계는 산사태 정보 생성 및 평가 단계로서, 산사태 평가부(400)가 게이트웨이(200)로부터 수신된 계측정보와, 미리 산출되어 결정된 계측지점 정보를 통해 산사태 예·경보 정보를 생성하여 디스플레이장치를 통해 표시하는 단계이다.

[85] 도 4를 참조하면, 무선 센서 네트워크 시스템에서 수신받은 산사태 계측정보와 데이터베이스에 저장된 지형 및 지질 데이터 및 강우 데이터를 산사태 평가부(400)가 수신 받고, 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 비교하여 안전성 여부를 판단한다.

[86] 안전하다고 판단된다면, 다시 무선 센서 네트워크로부터 실시간 또는 주기적으로 산사태 계측정보를 수신받고 안전성 판단 프로세스를 반복하게

되고, 안전하지 않다고 판단되면, 강우가 일시적인지 계속적인지를 판단하기 위해, 실시간으로 계측되는 강우시간을 통해 강우의 지속여부를 판단하게 된다. 강우가 지속적이지 않다고 판단되는 경우, 주의 정보 등을 표시할 수 있고 상술한 판단을 실시간 또는 주기적으로 반복하게 된다.

[87] 강우가 지속적이라고 판단되는 경우, 다시 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 계측된 산사태 계측정보를 비교하여 기준을 넘어서는 경우 산사태 예·경보 정보를 도식화하여 표시할 수 있고, 기타 알람 또는 진동 등으로 표시할 수도 있다.

[88] 즉, 상기 (d) 단계에서 산사태 평가부(400)가 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 수신받은 결정된 계측지점의 계측정보와 비교하여 안전성 여부를 판단하고, 안전 기준을 초과하는 경우, 강우 데이터로부터 현재 강우의 지속시간이 기준시간을 초과하는지 여부를 판단하고, 기준시간을 초과하는 경우, 상기 계측정보와 산사태 예·경보 기준을 초과하는지 여부를 판단하며, 경보 기준을 초과하는 경우 산사태 예보 또는 경보를 표시하게 된다.

[89] 그리고, 산사태 평가부(400)는 강우 지속여부를 판단한 후, 강우가 지속되고 있다고 판단되면, 계측지점의 판단과 더불어 그 인접지역의 산사태 계측정보를 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 비교 판단하여, 산사태 예·경보, 피해 예상 지역 및 대피 정보를 생성하여 표시할 수 있다.

[90] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템 및 계측방법은, 도 4에 나타낸 바와 같이, 상기 산사태 예·경보 기준의 거동평가 및 고도화 작업을 수행하고, 상기 데이터베이스에 저장하여 업데이트 하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이는 산사태 예·경보 기준은 미리 설정되는 것이나, 계측 지역의 환경의 변화에 따라 탄력적으로 설정할 수 있고, 실시간으로 계측되는 산사태 계측정보의 업데이트를 통해 기준을 보다 고도화하여 계측 및 평가의 정밀도를 높일 수 있기 때문이다.

[91]

[92] 그리고, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 하드웨어와 결합되어 상술한 단일 카메라를 이용한 구조물의 3차원 변위 측정방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램일 수 있다.

[93] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 장치로서, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽힐 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, 광학 디스크, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크, 비휘발성 메모리 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[94]

[95] 본 명세서에서 설명되는 실시 예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적

사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 계측지점을 결정하는 계측지점 결정부;
 산악 지역의 상기 결정된 계측지점에 산재 되어 설치된 다수의 센서노드로 구성되고, 각 센서노드에서 산사태 계측정보를 획득하는 무선 네트워크 센서부;
 상기 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 외부로 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및
 상기 게이트웨이로부터 수신 받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하는 산사태 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예.경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 산사태 계측정보는,
 강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예.경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
 상기 무선 네트워크 센서부는,
 산악 지역에 산재 되어 설치되는 것으로, 무선통신장치를 구비하는 다수의 센서 노드;
 각 센서 노드와 연결되어 해당 센서 노드의 주변 위치에서 산사태 계측정보를 측정하는 계측 센서; 및
 상기 계측 센서 및 센서 노드의 정보를 처리하는 센서 연결보드를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예.경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
 상기 계측지점 결정부는,
 산악 지역의 강우 조건, 지반 조건, 사면 경사 및 토심 정보를 바탕으로 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 계측대상유역을 결정하고,
 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점 좌표를 입력하고,
 요소망 알고리즘을 이용하여 상기 계측대상유역 내의 다수의 지점을 결정하여 메쉬형 요소망을 생성하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예.경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
 산사태 예.경보 정보, 산악 지역의 지형 및 지질 정보, 계측된 산사태 계측정보, 강우량 정보를 저장하는 데이터베이스를 더 포함하는 것을

- 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측 시스템.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
계측된 산사태 계측정보를 요소망을 이용하여 시각화하는 디스플레이장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 시스템.
- [청구항 7] (a) 산악 지역의 산사태 정보 획득을 위한 계측지점을 2차원 요소망 자동생성 알고리즘을 이용하여 결정하는 단계;
(b) 산악 지역에 다수의 센서 노드로 구성된 무선 네트워크 센서부가 상기 결정된 계측지점에 대하여 산사태 계측정보를 실시간으로 계측하는 단계;
(c) 각 센서노드의 계측정보를 수집하고, 수집된 계측정보를 전송하는 게이트웨이; 및
(d) 산사태 평가부가 상기 게이트웨이로부터 수신받은 계측정보와 결정된 계측지점을 통해 산사태 예/경보 알고리즘을 이용하여 산사태 정보를 생성하고 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 산사태 평가부가 생성한 산사태 정보 및 평가 정보를 바탕으로, 산사태 예·경보 정보를 표시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.
- [청구항 9] 청구항 7에 있어서,
상기 (a) 단계는,
(a1) 산악 지역의 강우 조건, 지반 조건, 사면 경사 및 토심 정보를 바탕으로 산사태 시뮬레이션 모델을 이용하여 계측대상유역을 결정하는 단계;
(a2) 결정된 계측대상유역으로부터 경계 지점 좌표를 입력하는 단계; 및
(a3) 요소망 알고리즘을 이용하여 상기 계측대상유역 내의 다수의 지점을 결정하여 메쉬형 요소망을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.
- [청구항 10] 청구항 7에 있어서,
상기 산사태 계측정보는,
강우량, 강우시간, 함수비, 모관흡수력 및 지반 기울기 정보 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.
- [청구항 11] 청구항 7에 있어서,
상기 (d) 단계는,
(d1) 미리 설정된 산사태 예·경보 기준과 수신받은 결정된 계측지점의

계측정보와 비교하여 안전성 여부를 판단하는 단계;
 (d2) 안전 기준을 초과하는 경우, 강우 데이터로부터 현재 강우의 지속시간이 기준시간을 초과하는지 여부를 판단하는 단계;
 (d3) 기준시간을 초과하는 경우, 상기 계측정보와 산사태 예·경보 기준을 초과하는지 여부를 판단하는 단계; 및
 (d4) 경보 기준을 초과하는 경우 산사태 예보 또는 경보를 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.

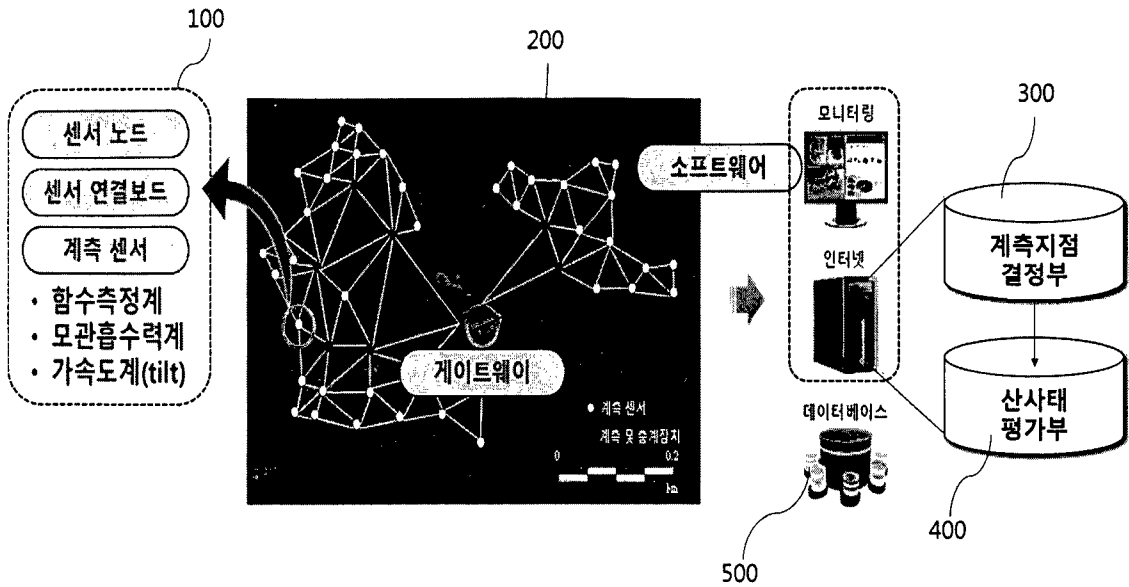
[청구항 12] 청구항 11에 있어서,
 상기 (d2) 단계 이후, 기준시간을 초과하는 경우, 계측지점의 인접지역의 계측정보와 산사태 예·경보 기준을 초과하는지 여부를 판단하는 단계; 및 경보 기준을 초과하는 경우, 산사태 예·경보 정보, 피해 예상지역 정보 및 대피 정보를 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.

[청구항 13] 청구항 7에 있어서,
 산사태 예·경보 정보, 산악 지역의 지형 및 지질 정보, 계측된 산사태 계측정보, 강우량 정보를 데이터베이스에 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.

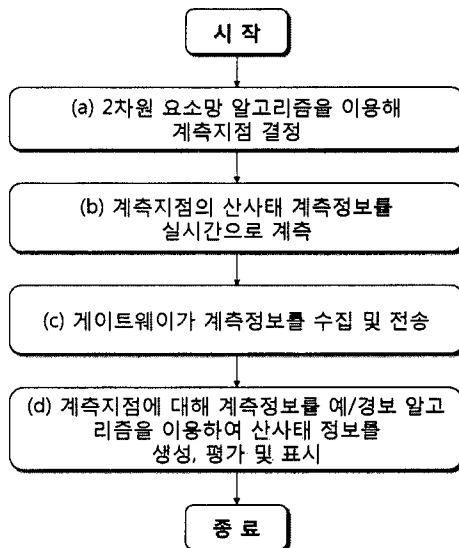
[청구항 14] 청구항 13에 있어서,
 상기 산사태 예·경보 기준의 거동평가 및 고도화 작업을 수행하고, 상기 데이터베이스에 저장하여 업데이트 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산사태 모니터링 및 예·경보를 위한 무선 센서 네트워크 계측방법.

[청구항 15] 하드웨어와 결합되어, 청구항 7의 산사태 모니터링 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

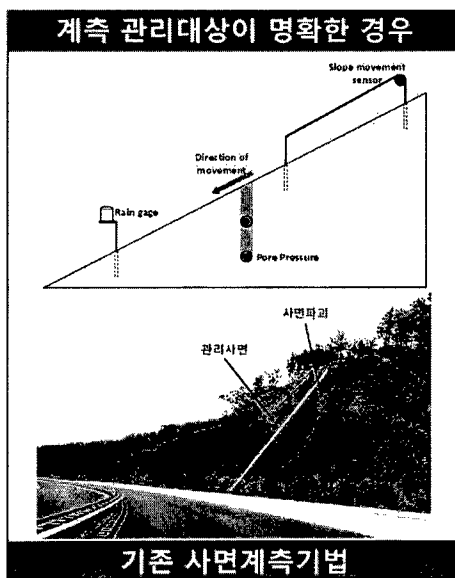
【도 1】



【도 2】

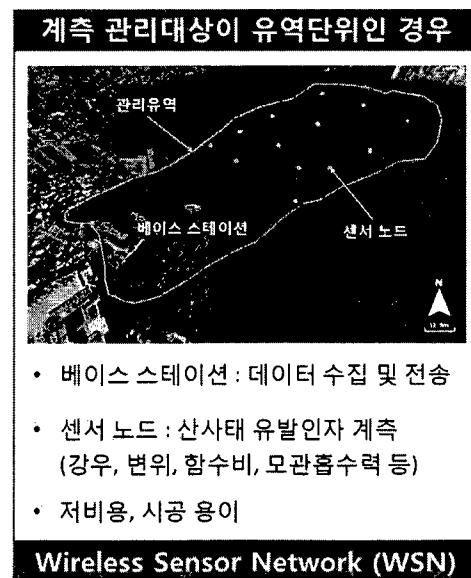


【도 3】



(a)

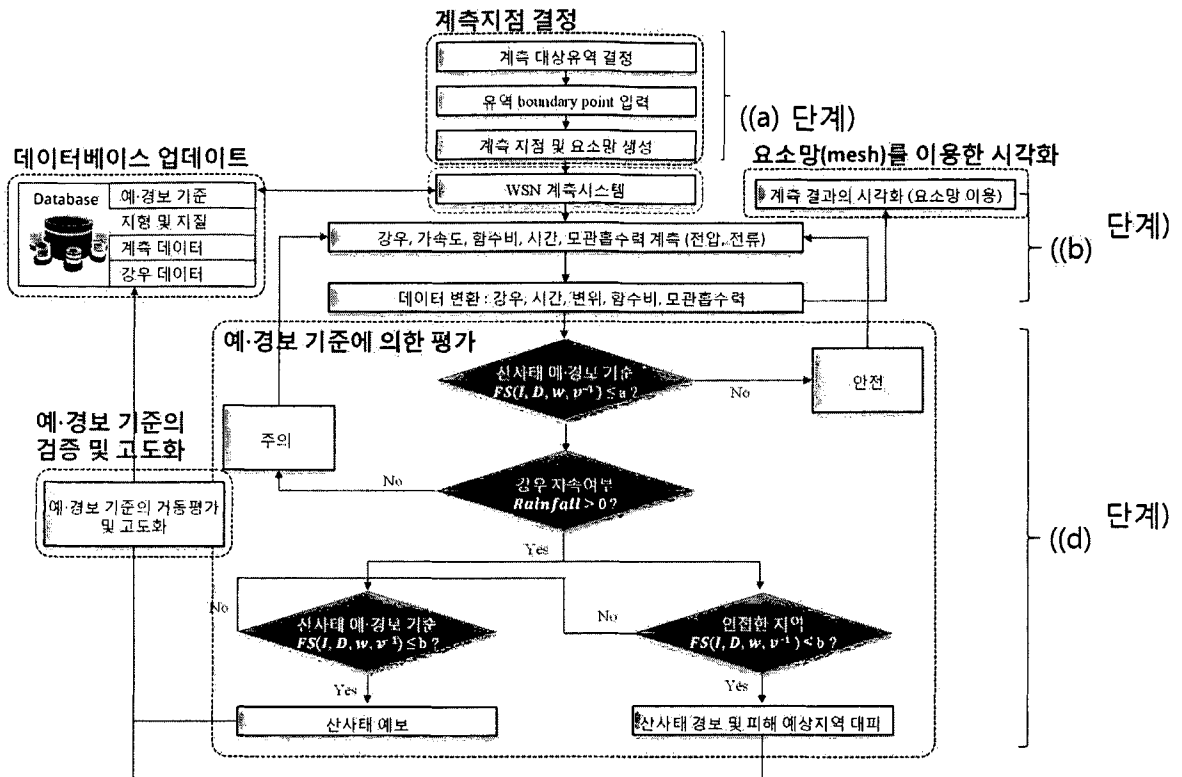
VS



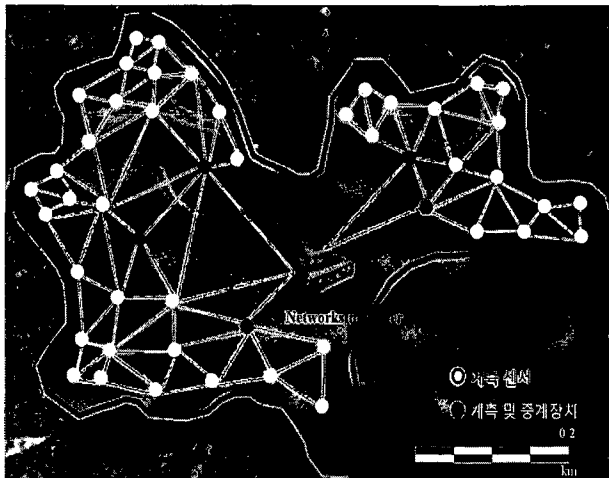
(b)

【도 4】

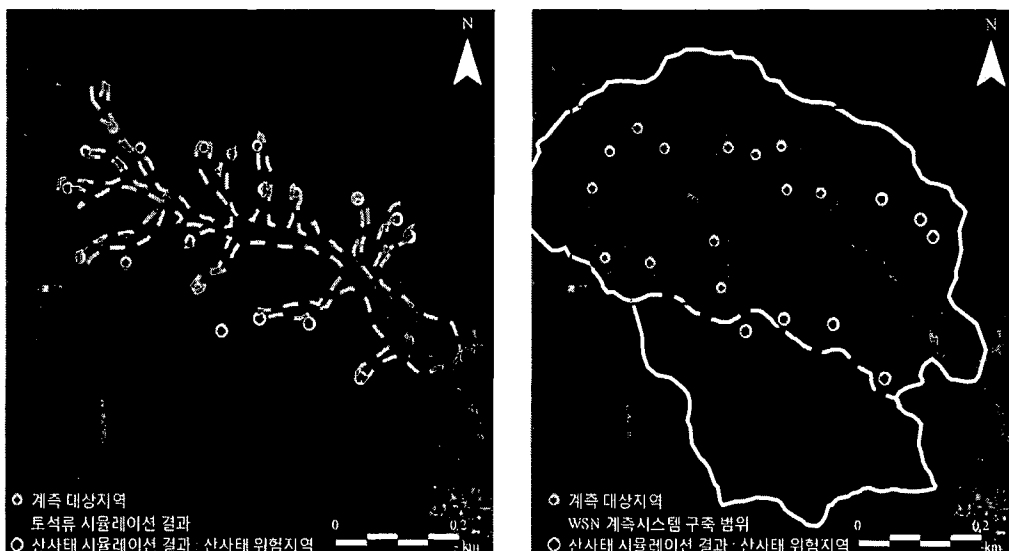
2/3



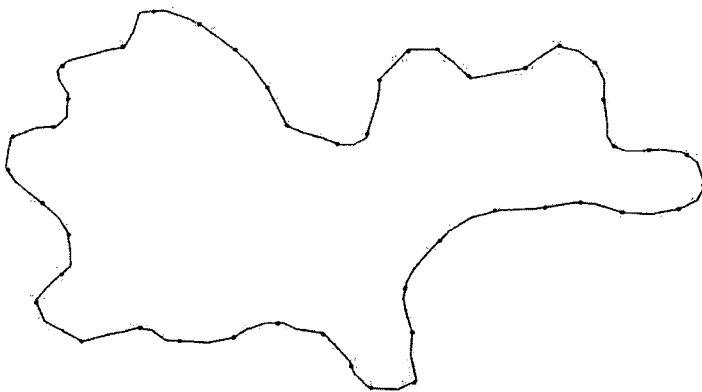
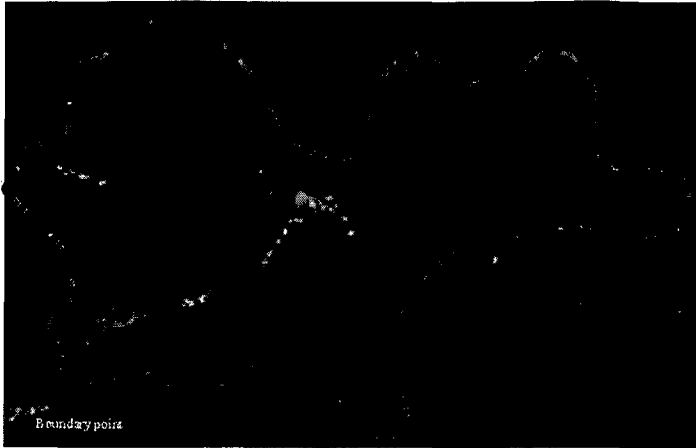
【도 5】



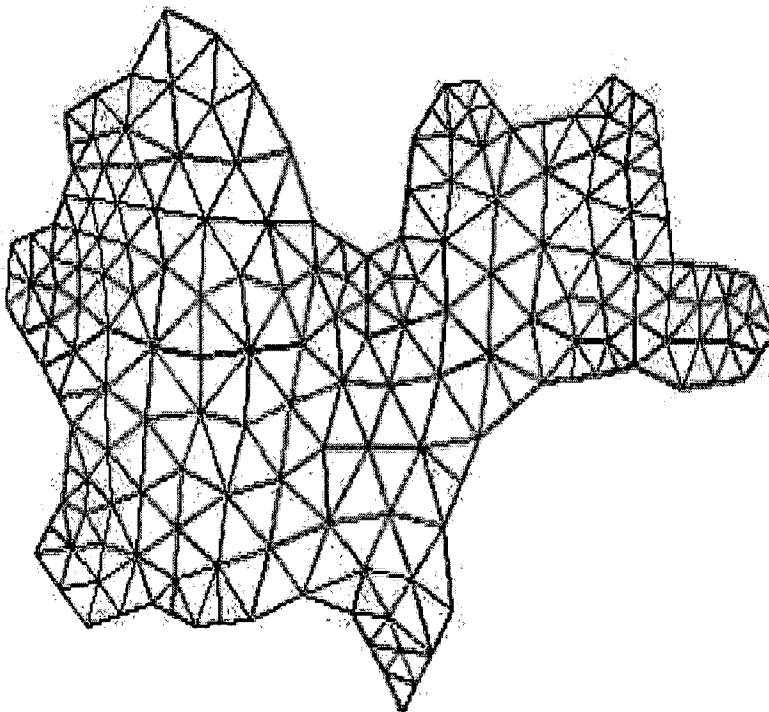
【도 6】



【도 7】



【도 8】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/001124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08C 17/02(2006.01)i, G08B 21/18(2006.01)i, G01W 1/14(2006.01)i, G01D 21/02(2006.01)i, G08B 31/00(2006.01)i, G08B 21/10(2006.01)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)

G08C 17/02; H04W 84/18; G08B 25/00; G06Q 50/00; H04W 12/06; G08B 21/10; G08B 21/18; G01W 1/14; G01D 21/02; G08B 31/00

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: landslide, sensor, measurement, monitoring, Algorithm, simulation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2010-0053830 A (KT CORPORATION) 24 May 2010 See paragraphs [0030]-[0036], [0048]-[0051], [0057]-[0061]; claims 1, 10 and figure 5.	1-15
Y	KR 10-1580062 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 28 December 2015 See paragraphs [0057]-[0066]; claims 1, 6 and figure 1.	1-15
Y	KR 10-0866830 B1 (GEO C&I CO., LTD.) 04 November 2008 See paragraph [0013] and claim 1.	6
A	KR 10-2008-0002092 A (KT CORPORATION) 04 January 2008 See paragraphs [0029]-[0048]; claims 1-2 and figure 1.	1-15
A	US 2012-0171998 A1 (KANG, Sung Min) 05 July 2012 See paragraphs [0014]-[0037] and claim 1.	1-15



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

15 MAY 2017 (15.05.2017)

Date of mailing of the international search report

15 MAY 2017 (15.05.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/001124

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2010-0053830 A	24/05/2010	NONE	
KR 10-1580062 B1	28/12/2015	NONE	
KR 10-0866830 B1	04/11/2008	NONE	
KR 10-2008-0002092 A	04/01/2008	KR 10-1214300 B1	20/12/2012
US 2012-0171998 A1	05/07/2012	KR 10-2012-0078801 A	11/07/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G08C 17/02(2006.01)i, G08B 21/18(2006.01)i, G01W 1/14(2006.01)i, G01D 21/02(2006.01)i, G08B 31/00(2006.01)i, G08B 21/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G08C 17/02; H04W 84/18; G08B 25/00; G06Q 50/00; H04W 12/06; G08B 21/10; G08B 21/18; G01W 1/14; G01D 21/02; G08B 31/00

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: 산사태, 센서, 계측, 모니터링, 알고리즘, 시뮬레이션

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2010-0053830 A (주식회사 케이티) 2010.05.24 단락 [0030]-[0036], [0048]-[0051], [0057]-[0061]; 청구항 1, 10 및 도면 5 참조.	1-15
Y	KR 10-1580062 B1 (연세대학교 산학협력단) 2015.12.28 단락 [0057]-[0066]; 청구항 1, 6 및 도면 1 참조.	1-15
Y	KR 10-0866830 B1 ((주) 지오씨엔아이) 2008.11.04 단락 [0013] 및 청구항 1 참조.	6
A	KR 10-2008-0002092 A (주식회사 케이티) 2008.01.04 단락 [0029]-[0048]; 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	1-15
A	US 2012-0171998 A1 (SUNG MIN KANG) 2012.07.05 단락 [0014]-[0037] 및 청구항 1 참조.	1-15

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 05월 15일 (15.05.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 05월 15일 (15.05.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



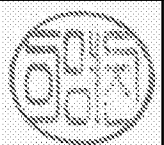
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이명진

전화번호 +82-42-481-8474



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2010-0053830 A	2010/05/24	없음	
KR 10-1580062 B1	2015/12/28	없음	
KR 10-0866830 B1	2008/11/04	없음	
KR 10-2008-0002092 A	2008/01/04	KR 10-1214300 B1	2012/12/20
US 2012-0171998 A1	2012/07/05	KR 10-2012-0078801 A	2012/07/11