

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0100966
(43) 공개일자 2023년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01V 1/30 (2006.01) G01P 15/00 (2006.01)
G01P 15/08 (2006.01) G01V 1/40 (2006.01)
G06N 3/08 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G01V 1/301 (2013.01)
G01P 15/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0190684

(22) 출원일자 2021년12월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

정성훈

인천광역시 연수구 컨벤시아대로274번길 35, 220 4동 2005호(송도동, 송도 더샵 마스터뷰)

장원석

인천광역시 미추홀구 인주대로11번길 42, 707호(송의동, 진성투토펬리체)

강재도

서울특별시 강서구 강서로52길 64, 101동 602호(내발산동, 아테나캐슬)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

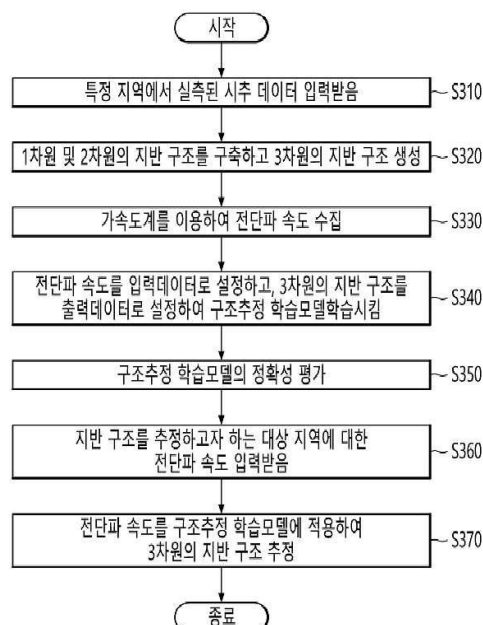
(54) 발명의 명칭 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 고성능 MEMS를 이용한 독립형 및 이동식 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 지반구조 추정 시스템을 이용한 지반구조 추정 방법에 있어서, 특정 지역에 대하여 실제로 측 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



정된 시추 데이터를 입력받는 단계, 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성하는 단계, 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하는 단계, 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시키는 단계, 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는 단계, 그리고 대상 지역에서의 전단파 속도를 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하는 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, MEMS 형태의 가속도계를 이용함으로써, 동시 다지점에 설치되어 독립적으로 운영되며, 반도체로 구현되어 가벼워 이동성을 확보할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01V 1/303 (2013.01)

G01V 1/40 (2013.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G01P 2015/0862 (2013.01)

G01V 2210/6222 (2013.01)

G01V 2210/64 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012217
과제번호	164148
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구(R&D)
연구과제명	상시미진동 예측 모바일 MEMS 가속도계 시스템 및 3D 지반주상도 생성 인공지능 알고리즘 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한양대학교산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

지반구조 추정 시스템을 이용한 지반구조 추정 방법에 있어서,
 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받는 단계,
 상기 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성하는 단계,
 상기 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하는 단계,
 상기 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 상기 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시키는 단계,
 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는 단계, 그리고
 상기 대상 지역에서의 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하는 단계를 포함하는 지반구조 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 3차원의 지반 구조를 관리서버로 전송하여 상기 구조추정 학습모델의 정확성을 평가하는 단계를 더 포함하는 지반구조 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 관리서버는,
 상기 구조추정 학습모델을 테스트베드에 적용하여 학습모델의 성능 및 정확성을 평가하는 지반구조 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하는 단계는,
 상기 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계를 이용하여 가속도계가 설치된 지점에서의 모든 방향에서 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 획득하는 지반구조 추정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 구조추정 학습모델을 학습시키는 단계는,
 딥러닝 알고리즘을 이용하여 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하는 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하도록 학습시키는 지반구조 추정 방법.

청구항 6

고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템에 있어서,
 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받고, 상기 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지

반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성하며, 상기 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하고, 상기 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 상기 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시키는 학습부,

지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는 입력부, 그리고

상기 대상 지역에서의 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하는 제어부를 포함하는 지반구조 추정 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 3차원의 지반 구조를 관리서버로 전송하여 상기 구조추정 학습모델의 정확성을 평가하는 지반구조 추정 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 관리서버는,

상기 구조추정 학습모델을 테스트베드에 적용하여 학습모델의 성능 및 정확성을 평가하는 지반구조 추정 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 학습부는,

상기 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계를 이용하여 가속도계가 설치된 지점에서의 모든 방향에서 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 획득하는 지반구조 추정 시스템.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 학습부는,

딥러닝 알고리즘을 이용하여 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하는 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하도록 학습시키는 지반구조 추정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 구조추정 학습모델을 통해 3차원의 지반 구조를 예측하는 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지반조사기술은 수십 년간 큰 진보 없이 전통의 방식으로 지속적으로 사용되고 있다.

[0003] 여기서, 전통 방식의 지반조사기술은 특정 부지 내에 기준을 기반으로 규정된 제한된 횡수의 현장 관입 시험을 수행하여 단절된 정보를 획득하며 Krigging 등의 보간법을 적용하여 지층 구성을 추정할 수 있다.

[0004] 여기서, 전통적인 비파괴 탐사법은 탄성과 탐사와 전기비저항 탐사로 나누어지며, 부지 증폭 특성과 구조물의

지진 피해와 액상화 발생 여부 등을 예측하기 위해서는 전단파속도 주상도가 필요하다.

- [0005] 그리고, 지진재해예측을 위한 주요 정보인 전단파 속도는 SPT(표준 관입 시험) N치로부터 경험식을 적용하여 산정한다.
- [0006] 이때, 대부분은 위치 별로 주상도를 생성하지 않고, 지층 평균값을 적용하므로, 지층 구조의 증폭 특성을 반영하지 못하는 방법은 한계가 있다.
- [0007] 특히, 기반암의 심도를 기준으로 명확한 근거 없이 대표 지반 주상도가 결정되며, 지반의 불확실성 및 공간적 변이성이 고려되지 않은 문제점이 있다.
- [0008] 그리고, 건축 분야에서는 다운홀, PS로깅 등의 주동시험방식의 탄성과 탐사 결과가 적용되나, 비용의 문제로 1~2개의 주상도만이 측정되고, 불확실성 및 공간적 변이성이 고려되지 못한다는 한계가 있다.
- [0009] 그리고, 오래 전부터 주거지가 형성된 서울과 같은 지역에서는 기존 지반정보가 편중되어 있으며, 재건축 건축물이 적기 때문에 시추공 탐사를 통해 지반 모델을 고도화하는 작업이 불가능하다는 문제점이 있다.
- [0010] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국등록특허공보 제10-1951028호 (2019.02.21 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 구조추정 학습모델을 통해 3차원의 지반 구조를 예측하는 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 지반구조 추정 시스템을 이용한 지반구조 추정 방법에 있어서, 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받는 단계, 상기 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성하는 단계, 상기 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하는 단계, 상기 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 상기 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시키는 단계, 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는 단계, 그리고 상기 대상 지역에서의 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하는 단계를 포함한다.
- [0013] 상기 3차원의 지반 구조를 관리서버로 전송하여 상기 구조추정 학습모델의 정확성을 평가하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 관리서버는, 상기 구조추정 학습모델을 테스트베드에 적용하여 학습모델의 성능 및 정확성을 평가할 수 있다.
- [0015] 상기 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하는 단계는, 상기 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계를 이용하여 가속도계가 설치된 지점에서의 모든 방향에서 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 획득할 수 있다.
- [0016] 상기 구조추정 학습모델을 학습시키는 단계는, 딥러닝 알고리즘을 이용하여 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층 간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하는 전단파 속도를 상기 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하도록 학습시킬 수 있다.
- [0017] 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템에 있어서,
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받고, 상기 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성하며, 상기 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하고, 상기 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 상기 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시키는 학습부, 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는 입력부, 그리고 상기 대상 지역에서의 전단파 속도를 상기 구조추

정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 이와 같이 본 발명에 따르면, MEMS 형태의 가속도계를 이용함으로써, 동시 다지점에 설치되어 독립적으로 운영되며, 반도체로 구현되어 가벼워 이동성을 확보할 수 있다.

[0020] 그리고, 수동적 비파괴 시험으로 진행되어 시추공을 수행하지 않고 구조추정 학습모델을 통해 3차원의 지반 구조를 예측함으로써, 시추공 탐사가 어려운 지역, 지반정보 파악이 어려운 도심지역 등 사각지대의 지반정보를 분석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 사용자 개인 의류를 기반으로 하는 패션 코디 추천 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 개인 의류를 기반으로 하는 패션 코디 추천 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사용자 개인 의류를 기반으로 하는 패션 코디 추천 시스템(100)을 이용한 패션 코디 추천 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4a 및 도 4b는 도 3의 S350 단계를 설명하기 위한 예시도이다. .

도 5는 도 3의 S370 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0024] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0025] 이하에서는 도 1을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반 구조 추정 시스템(100)을 설명한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 1에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반 구조 추정 시스템(100)은 가속도계(200) 및 관리서버(300)와 네트워크 연결된다.

[0028] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 가속도계(200)를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집하고, 수집된 전단파 속도를 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 출력한다.

[0029] 그리고, 지반구조 추정 시스템(100)은 3차원의 지반 구조를 관리서버(300)로 전송하여 구조추정 학습모델의 정확성을 평가한다.

[0030] 그 다음, 가속도계(200)는 지진과 관련된 초저준위, 저주파 진동 등 미세 진동을 감지할 수 있는 센서로 구현될 수 있다.

[0031] 그리고, 가속도계(200)는 특정 지점에 설치되며, 설치된 지점의 모든 방향에서 오는 파동을 감지할 수 있다.

[0032] 그 다음, 관리서버(300)는 지반구조 추정 시스템(100)에서 예측된 3차원의 지반 구조를 이용하여 구조추정 학습모델의 정확성을 평가한다.

- [0033] 이하에서는 도 2를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반 구조 추정 시스템(100)의 구성을 설명한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 고성능 MEMS를 이용한 비파괴 검사를 기반으로 하는 지반구조 추정 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0035] 도 2에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 학습부(110), 입력부(120), 제어부(130) 및 평가부(140)를 포함한다.
- [0036] 먼저, 학습부(110)는 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받고, 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 진단과 속도를 수집한다.
- [0037] 이때, 학습부(110)는 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계를 이용하여 가속도계가 설치된 지점에서의 모든 방향에서 감지된 상시미동을 분석하여 진단과 속도를 획득한다.
- [0038] 그리고, 학습부(110)는 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성한다.
- [0039] 또한, 학습부(110)는 진단과 속도를 입력데이터로 설정하고, 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조 추정 학습모델을 학습시킨다.
- [0040] 그리고, 학습부(110)는 딥러닝 알고리즘을 이용하여 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하는 진단과 속도를 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하도록 학습시킨다.
- [0041] 다음으로, 입력부(110)는 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 진단과 속도를 입력받는다.
- [0042] 이때, 상시미동은 지반이나 건축물의 관측점에서 상시 관측되는 미약한 진동을 나타낸다.
- [0043] 그리고, 입력부(110)는 토질, 지층두께, 심도, 상하 지층 간의 적어도 하나의 상관관계로부터 추정된 진단과 속도를 입력받을 수 있다.
- [0044] 다음으로, 제어부(120)는 대상 지역에서의 진단과 속도를 기 학습된 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정한다.
- [0045] 그리고, 제어부(120)는 3차원의 지반 구조를 관리서버(300)로 전송하여 구조추정 학습모델의 정확성을 평가한다.
- [0046] 이하에서는 도 3 내지 도 5b를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)을 이용한 지반구조를 추정하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템을 이용한 지반구조 추정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0048] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 특정 지역에 대하여 실제로 측정된 시추 데이터를 입력받는다(S310).
- [0049] 도 4는 도 3의 S310 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0050] 도 4에서 도시한 바와 같이, 지반구조 추정 시스템(100)은 특정 구역에서 실시한 시추공을 통해 시추 데이터를 입력받는다.
- [0051] 그리고, 지반구조 추정 시스템(100)은 기 수집된 국외 약 1700개 PS검층 데이터와 국내 약 100개 PS검층 데이터를 입력받을 수 있다.
- [0052] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고 3차원의 지반 구조를 생성한다(S320).
- [0053] 도 5a 및 도 5b는 도 3의 S320 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0054] 도 5a 및 도 5b에서 도시한 바와 같이, 지반구조 추정 시스템(100)은 S310 단계에서 입력된 시추 데이터를 이용하여 1차원 및 2차원의 지반 구조를 구축하고, 1차원 및 2차원의 지반 구조를 통해 3차원의 지반 구조를 생성한다.

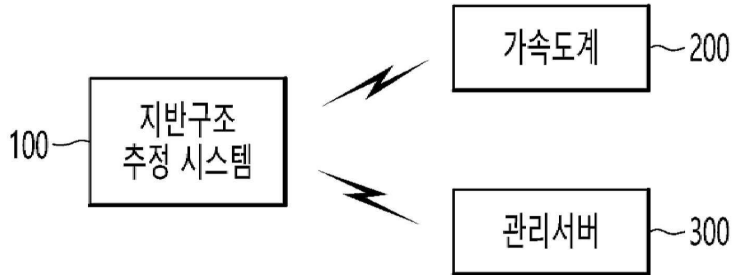
- [0055] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 특정 지역에 설치된 복수의 고성능 MEMS 형태의 가속도계(200)를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 수집한다(S330).
- [0056] 이때, 고성능 MEMS 형태의 가속도계(200)는 다지점에 설치될 수 있으므로 독립적으로 운영되며, 반도체 형태로 구현되어 가벼우므로 위치를 변경하여 상시미동을 감지할 수 있다.
- [0057] 그리고, 지반구조 추정 시스템(100)은 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계(200)를 이용하여 가속도계(200)가 설치된 지점에서의 모든 방향에서 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 획득한다.
- [0058] 더욱 자세하게는, 지반구조 추정 시스템(100)은 특정 지역에 배열된 복수의 가속도계(200)를 이용하여 분산곡선을 도출하고, H/V 스펙트럼을 통해 지반 고유 주기를 추정하여 전단파 속도를 추정하여 수집할 수 있다.
- [0059] 이때, 전단파 속도는 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하여 달라질 수 있다.
- [0060] 즉, 지반구조 추정 시스템(100)은 단단한 지층에서는 전단파 속도가 빨라지고, 무른 지층에서는 전단파 속도가 느려지는 등의 특성을 고려하여 상시미동을 통해 전단파 속도를 추정할 수 있다.
- [0061] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 전단파 속도를 입력데이터로 설정하고, 3차원의 지반 구조를 출력데이터로 설정하여 구조추정 학습모델을 학습시킨다(S340).
- [0062] 이때, 지반구조 추정 시스템(110)은 딥러닝 알고리즘을 이용하여 토질, 지층 두께, 심도, 상하 지층간의 적어도 하나의 상관관계에 대응하는 전단파 속도를 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정하도록 학습시킨다.
- [0063] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 3차원의 지반 구조를 관리서버(300)로 전송하여 구조추정 학습모델의 정확성을 평가한다(S350).
- [0064] 이때, 관리서버(300)는 구조추정 학습모델을 테스트베드에 적용하여 학습모델의 성능 및 정확성을 평가한다.
- [0065] 즉, 지반구조 추정 시스템(100)은 S310 단계에서 수집된 실제 시추 데이터를 이용하여 구조추정 학습모델의 정확성 평가하고 취약점을 분석하여 학습모델을 재학습시킨다.
- [0066] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역의 지표면 상에 설치된 가속도계(200)를 이용하여 감지된 상시미동을 분석하여 전단파 속도를 입력받는다(S360).
- [0067] 도 6은 도 3의 S350 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0068] 도 6에서 도시한 바와 같이, 가속도계(200)는 지반 구조를 추정하고자 하는 대상 지역에 설치되며, 지반구조 추정 시스템(100)은 가속도계(200)를 통해 감지된 상시미동을 통해 전단파 속도를 입력받는다.
- [0069] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 지반구조 추정 시스템(100)은 대상 지역에서의 전단파 속도를 구조추정 학습모델에 적용하여 3차원의 지반 구조를 추정한다(S370).
- [0070] 도 7은 도 3의 S360 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0071] 도 7에서 도시한 바와 같이, 지반구조 추정 시스템(100)은 S350 단계를 통해 입력된 전단파 속도를 학습모델에 적용하여 3차원 형태의 지반 구조를 추정한다.
- [0072] 이때, 지반구조 추정 시스템(100)은 지반 깊이(Depth)가 깊을수록 전단파 속도(Shear wave velocity)가 빨라지고, 지반 깊이에 따라 달라지는 시추공 히스토그램(Depth Borehole histogram)을 나타낸다
- [0073] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, MEMS 형태의 가속도계를 이용함으로써, 동시 다지점에 설치되어 독립적으로 운영되며, 반도체로 구현되어 가벼워 이동성을 확보할 수 있다. 그리고, 수동적 비파괴 시험으로 진행되어 시추공을 수행하지 않고 구조추정 학습모델을 통해 3차원의 지반 구조를 예측함으로써, 시추공 탐사가 어려운 지역, 지반정보 파악이 어려운 도심지역 등 사각지대의 지반정보를 분석할 수 있다.
- [0074] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

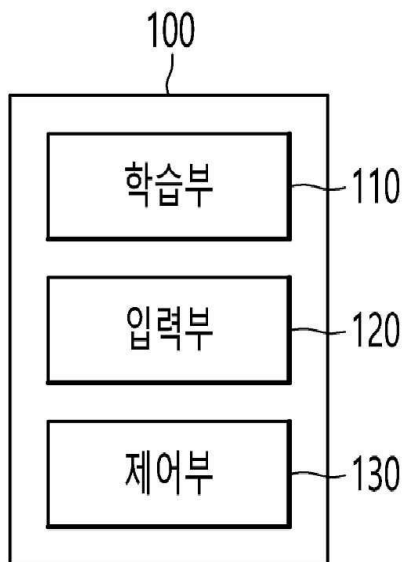
[0075] 100: 지반구조 추정 시스템, 110: 학습부,
120: 입력부, 130: 제어부,
200: 가속도계, 300: 관리서버

도면

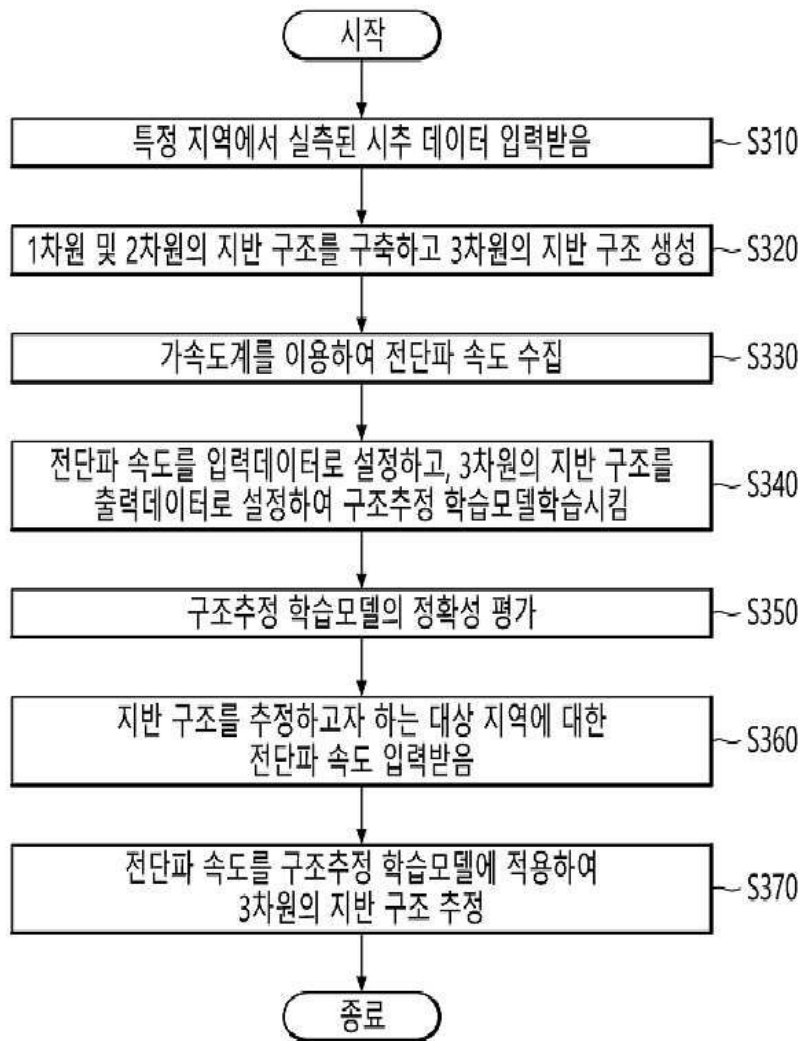
도면1



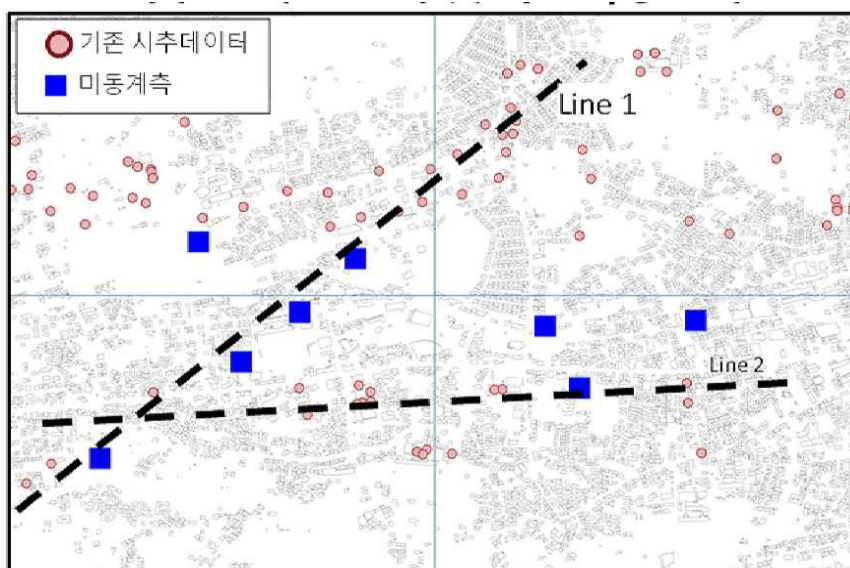
도면2



도면3

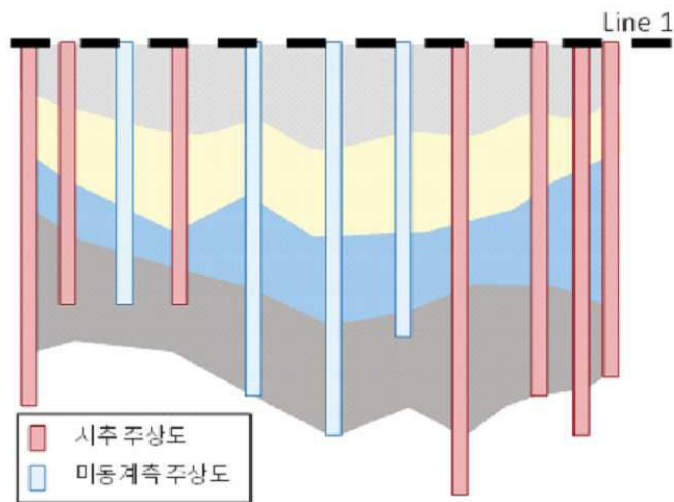


도면4



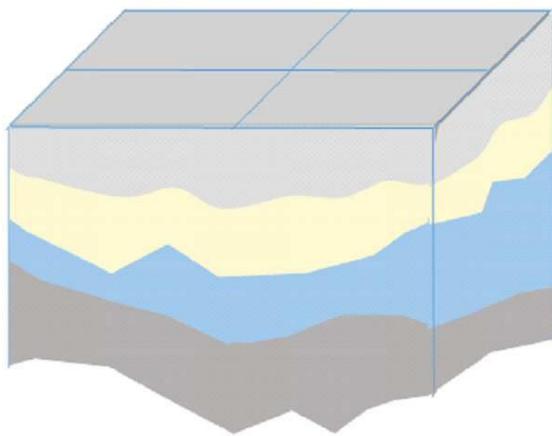
도면5a

1차원 및 2차원 지반구조 구축

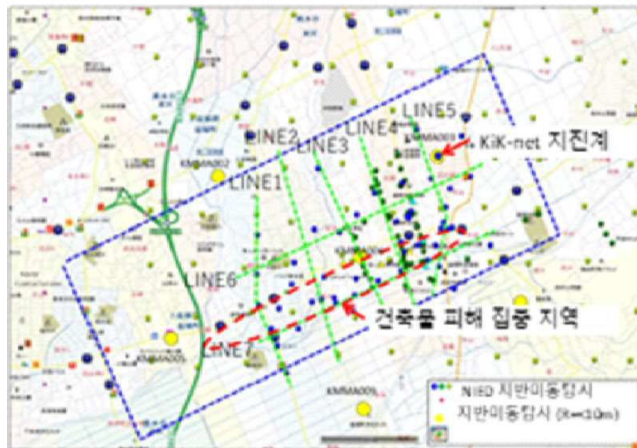


도면5b

3차원 지반구조 구축



도면6



도면7

