



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0103450
(43) 공개일자 2023년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 11/30 (2006.01) G01B 21/32 (2006.01)
G06F 30/27 (2020.01) G06N 3/04 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06F 11/3089 (2013.01)
G01B 21/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0194351
(22) 출원일자 2021년12월31일
심사청구일자 2021년12월31일

(71) 출원인
경북대학교 산학협력단
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이동은
대구광역시 중구 달구벌대로 2051, B동 1004호(계산동2가, 신성미소시티아파트)
유상훈
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동, 연세대학교)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

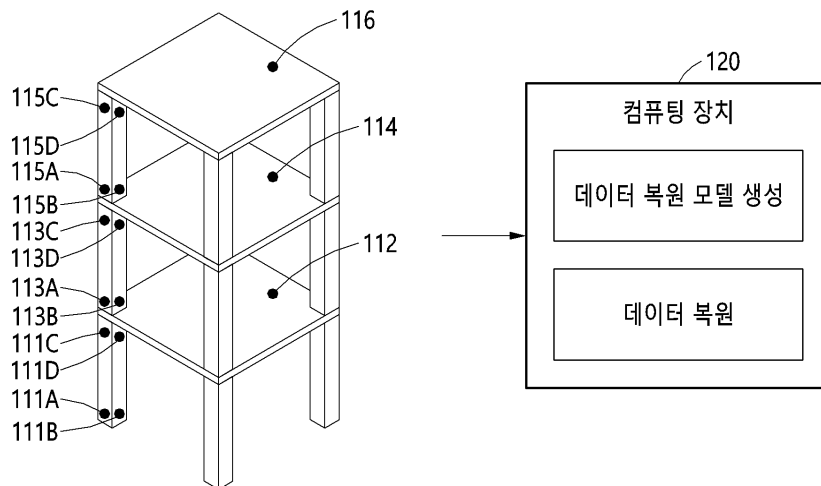
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 데이터 복원 모델 생성 방법 및 상기 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법

(57) 요약

데이터 복원 모델 생성 방법 및 상기 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법이 개시된다. 데이터 복원 모델 생성 방법은 특정 층에 대응하는 기둥 부재에 설치된 복수의 변형률 센서들 중 제1 변형률 센서와 인접한 제2 변형률 센서들에 대한 특정 시간 구간의 시간이력 변형률 데이터를 수신하는 단계; 상기 수신된 제2 변형률 센서들에 대한 시간이력 변형률 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)하는 단계; 상기 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 상기 특정 층의 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서를 통해 수신된 시간 이력 가속도 데이터를 입력값으로 이용하고, 상기 특정 시간 구간에 대한 상기 제1 변형률 센서의 시간이력 변형률 데이터를 출력값으로 이용함으로써 데이터 복원 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 11/3065 (2013.01)

G06F 30/27 (2020.01)

G06N 3/04 (2023.01)

(72) 발명자

홍태훈

서울특별시 서초구 신반포로19길 10, 36동 401호(반포동)

오병관

서울특별시 서초구 신반포로 32, 12동 403호(반포동, 반포아파트)

배상근

서울특별시 용산구 장문로45가길 16-4, 201호(보광동)

박효선

서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동, 연세대학교)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711133888
과제번호	2018R1A5A1025137
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	지능형 건설자동화 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경북대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

데이터 복원 모델 생성 방법에 있어서,

특정 층에 대응하는 기동 부재에 설치된 복수의 변형율 센서들 중 제1 변형율 센서와 인접한 제2 변형율 센서들에 대한 특정 시간 구간의 시간이력 변형율 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 제2 변형율 센서들에 대한 시간이력 변형율 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)하는 단계;

상기 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 상기 특정 층의 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서를 통해 수신된 시간 이력 가속도 데이터를 입력값으로 이용하고, 상기 특정 시간 구간에 대한 상기 제1 변형율 센서의 시간이력 변형율 데이터를 출력값으로 이용함으로써 데이터 복원 모델을 생성하는 단계

를 포함하는 데이터 복원 모델 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가속도 센서는,

상기 특정 층의 슬래브 부재에 대한 질량 중심에 배치되는 데이터 복원 모델 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 데이터 복원 모델은,

합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델인 데이터 복원 모델 생성 방법.

청구항 4

데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법에 있어서,

특정 층에 대응하는 기동 부재에 설치된 복수의 변형율 센서들 중 특정 시점에서 손상된 제1 변형율 센서를 식별하는 단계;

상기 식별된 제1 변형율 센서와 인접한 제2 변형율 센서들로부터 상기 특정 시점 이후의 시간이력 변형율 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신된 제2 변형율 센서들에 대한 시간이력 변형율 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)하는 단계;

상기 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 상기 특정 층의 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서를 통해 수신된 시간 이력 가속도 데이터를 데이터 복원 모델에 입력함으로써 상기 특정 시점 이후에 대한 제1 변형율 센서의 시간이력 변형율 데이터를 복원하는 단계

를 포함하는 데이터 복원 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 가속도 센서는,

상기 특정 층의 슬래브 부재에 대한 질량 중심에 배치되는 데이터 복원 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 데이터 복원 모델은,

합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델인 데이터 복원 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 데이터 복원 모델 생성 방법 및 상기 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 손상되기 쉬운 센서의 데이터를 인접 센서의 데이터와 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델을 통해 예측하고 복원하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구조 안전성 모니터링(Structural Health Monitoring, 이하 SHM)은 구조물의 안전과 성능을 평가하기 위해 개발되었다. 이와 같은 SHM은 센서들로부터 주기적으로 샘플링한 동적 응답 측정치를 활용하여 손상 민감부위를 식별하고, 해당 손상 민감부위에 대한 통계분석을 통해 현재의 구조 안전성을 파악할 수 있다.

[0003] 그러나 센서가 정전, 기후, 충격 및 센서 구성 요소의 노화로 인하여 일시적인 오작동이나 고장이 발생하는 경우 정확한 구조적인 응답을 측정할 수 없는 경우가 있다. 또한 무선 센서로 데이터를 전송하는 구조의 시스템인 경우 전송 중 데이터 손실이 발생할 수 있다.

[0004] 이러한 데이터 손실은 SHM을 통해 해당 구조물의 구조 안전성을 파악하는데 어려움을 줄 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 복수의 센서들 중 손상 센서의 주변에 위치한 인접 센서들의 데이터를 통해 손상 센서의 데이터를 예측하고 복원하기 위한 딥러닝 기반의 데이터 복원 모델을 생성하는 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델 생성 방법은 특정 층에 대응하는 기동 부재에 설치된 복수의 변형률 센서들 중 제1 변형률 센서와 인접한 제2 변형률 센서들에 대한 특정 시간 구간의 시간이력 변형률 데이터를 수신하는 단계; 상기 수신된 제2 변형률 센서들에 대한 시간이력 변형률 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)하는 단계; 상기 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 상기 특정 층의 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서를 통해 수신된 시간 이력 가속도 데이터를 입력값으로 이용하고, 상기 특정 시간 구간에 대한 상기 제1 변형률 센서의 시간이력 변형률 데이터를 출력값으로 이용함으로써 데이터 복원 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 가속도 센서는 상기 특정 층의 슬래브 부재에 대한 질량 중심에 배치될 수 있다.

[0008] 상기 데이터 복원 모델은 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델일 수 있다.

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법은 특정 층에 대응하는 기동 부재에 설치된 복수의 변형률 센서들 중 특정 시점에서 손상된 제1 변형률 센서를 식별하는 단계; 상기 식별된 제1 변형률 센서와 인접한 제2 변형률 센서들로부터 상기 특정 시점 이후의 시간이력 변형률 데이터를 수신하는 단계; 상기 수신된 제2 변형률 센서들에 대한 시간이력 변형률 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)하는 단계; 상기 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 상기 특정 층의 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서를 통해 수신된 시간 이력 가속도 데이터를 데이터 복원 모델에 입력함으로써 상기 특정 시점 이후에 대한 제1 변형률 센서의 시간이력 변형률 데이터를 복원하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 가속도 센서는 상기 특정 층의 슬래브 부재에 대한 질량 중심에 배치될 수 있다.

[0011] 상기 데이터 복원 모델은 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델일 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 일실시예에 의하면, 복수의 센서들 중 손상 센서의 주변에 위치한 인접 센서들의 데이터를 통해 손상 센서의 데이터를 예측하고 복원하기 위한 딥러닝 기반의 데이터 복원 모델을 생성할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, 생성된 데이터 복원 모델을 이용하여 특정 시점에서 손상된 손상 센서의 데이터를 복원함으로써 불필요한 센서의 교체를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델의 생성 방법을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 시스템을 나타낸 도면이다.

[0017] 본 발명의 데이터 복원 시스템(100)은 구조물의 안전과 성능을 평가하기 위한 SHM에 적용될 수 있다. 도 1을 참고하면, 데이터 복원 시스템(100)은 안전과 성능을 평가하고자 하는 대상인 구조물(110)과 해당 구조물(110)에 설치된 복수의 센서들에 의해 수집된 데이터를 이용하여 해당 구조물(110)의 안전과 성능을 평가하는 컴퓨팅 장치(120)로 구성될 수 있다.

[0018] 안전과 성능을 평가하고자 하는 대상인 구조물(110)은 각각의 층에 대응하여 복수의 센서들이 설치될 수 있다. 구조물(110)의 각 층에 대응하는 기둥 부재에는 수평 방향의 시간이력 변형을 데이터를 수집하는 복수의 변형율 센서들이 설치되고, 보 부재에는 수직 방향의 시간이력 변형을 데이터를 수집하는 복수의 변형율 센서들이 설치될 수 있다.

[0019] 그리고, 구조물(110)의 각 층에 대응하는 슬래브(Slab) 부재에는 시간이력 가속도 데이터를 수집하는 가속도 센서가 설치될 수 있다. 이때, 가속도 센서는 구조물(110)의 각 층에 대응하는 슬래브 부재의 질량 중심에 설치될 수 있다.

[0020] 일례로, 도 1에서는 구조물(110)의 1층에 대응하는 기둥 부재에 복수의 변형율 센서들(111A~111D)이 분산되어 설치되고, 슬래브 부재에 하나의 가속도 센서(112)가 질량 중심에 설치되어 있는 것을 확인할 수 있다. 마찬가지로 구조물(110)의 2층에 대응하는 기둥 부재에는 복수의 변형율 센서들(113A~113D)이 분산되어 설치되고, 슬래브 부재의 질량 중심에는 하나의 가속도 센서(114)가 설치되어 있으며, 구조물(110)의 3층에 대응하는 기둥 부재에는 복수의 변형율 센서들(115A~115D)이 분산되어 설치되고, 슬래브 부재의 질량 중심에는 하나의 가속도 센서(116)가 설치되어 있다.

[0021] 이때, 변형율 센서들은 구조물(110)의 생성시 기둥 부재의 내부에 설치됨으로 인해 여러가지 변수로 인하여 손상되더라도 손상된 변형율 센서의 교체가 쉽지 않은 문제가 있다.

[0022] 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 발명의 컴퓨팅 장치(120)는 구조물(110)에 설치된 복수의 센서들로부터 수집된 데이터를 이용하여 특정 시점에서 손상된 변형율 센서의 데이터를 복원하기 위한 딥러닝 기반의 데이터 복원 모델을 생성할 수 있다. 그리고, 컴퓨팅 장치(120)는 생성된 데이터 복원 모델을 통해 손상된 변형율 센서의 데이터를 복원함으로써 불필요한 센서의 교체 없이 해당 구조물(110)의 안전과 성능을 평가할 수 있다.

[0023] 보다 자세한 데이터 복원 모델의 생성 방법 및 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법은 다음의 도면들을 통해 자세히 설명하도록 한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델의 생성 방법을 나타낸 도면이다.

[0025] 본 발명의 데이터 복원 모델은 구조물(110)의 기둥 부재에 설치된 복수의 변형율 센서들 중 특정 시점에서 손상

된 변형을 센서의 데이터를 복원하는데 사용될 수 있다.

- [0026] 일례로, 데이터 복원 모델은 도 1과 같이 2층에 대응하는 기둥 부재에 설치된 복수의 변형을 센서들(113A~113D) 중 정상 상태의 변형을 센서들(113A, 113B, 113D)의 시간 이력 변형을 데이터에 이용하여 손상 상태의 변형을 센서(113C)의 시간 이력 변형을 데이터를 예측할 수 있다.
- [0027] 이를 위해 컴퓨팅 장치(120)는 단계(210)에서, 특정 층에 대응하는 기둥 부재에 설치된 복수의 변형을 센서들 중 손상이 가정된 제1 변형을 센서(손상되기 이전 상태)와 인접한 정상 상태의 제2 변형을 센서들로부터 특정 시간 구간에 대응하는 시간이력 변형을 데이터를 수신할 수 있다.
- [0028] 단계(220)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 이와 같이 수신된 제2 변형을 센서들에 대한 시간이력 변형을 데이터를 연속 웨이블릿 변환(Continuous Wavelet Transform, CWT)할 수 있다.
- [0029] 단계(230)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 특정 층에 대응하는 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서로부터 특정 시간 구간에 대응하는 시간이력 가속도 데이터를 수신할 수 있다. 이때, 가속도 센서는 구조물(110)의 특정 층에 대응하는 슬래브 부재의 질량 중심에 설치될 수 있다.
- [0030] 단계(240)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 수신된 시간이력 가속도 데이터를 입력값으로 이용하고, 특정 시간 구간에 대응하는 제1 변형을 센서의 시간이력 변형을 데이터를 출력값으로 이용함으로써 데이터 복원 모델을 생성할 수 있다.
- [0031] 이때, 데이터 복원 모델은 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델이 사용될 수 있으나, 이는 하나의 예시일 뿐 다양한 종류의 딥러닝 기반 인공 신경망이 사용될 수 있다.
- [0032] 일례로, 컴퓨팅 장치(120)는 도 1과 같이 구조물(110)의 2층에 대응하는 복수의 변형을 센서들(113A~113D) 중 손상이 가정된 변형을 센서(113C)와 인접한 정상 상태의 변형을 센서들(113A, 113B, 113D)로부터 특정 시간 구간에 대응하는 시간 이력 변형을 데이터를 수신하고, 수신된 정상 상태의 변형을 센서들(113A, 113B, 113D)의 시간 이력 변형을 데이터를 연속 웨이블릿 변환할 수 있다.
- [0033] 그리고, 컴퓨팅 장치(120)는 2층에 대응하는 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서(114)로부터 상기 특정 시간 구간과 동일한 시간 구간에 대응하는 가속도 데이터를 수신할 수 있다.
- [0034] 이후 컴퓨팅 장치(120)는 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 수신된 시간이력 가속도 데이터를 입력값으로 이용하고, 상기 특정 시간 구간과 동일한 시간 구간에 대응하는 손상이 가정된 변형을 센서(113C)의 시간이력 변형을 데이터를 출력값으로 이용하여 데이터 복원 모델을 훈련시킬 수 있다.
- [0035] 이때, 도 1에서는 변형을 센서(113C)만을 손상 상태로 가정하였으나, 본 발명의 컴퓨팅 장치(120)는 모든 층에 설치된 변형을 센서들을 각각 손상 상태로 가정하여 상기와 동일한 방법을 통해 데이터 복원 모델을 훈련시킴으로써 손상 상태의 변형을 센서에 대한 시간 이력 변형을 데이터를 보다 정확하고 강인하게 예측할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.
- [0036] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 복원 모델을 이용한 데이터 복원 방법을 나타낸 도면이다.
- [0037] 도 3을 참고하면, 단계(310)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 특정 층에 대응하는 기둥 부재에 설치된 복수의 변형을 센서들 중 특정 시점에서 손상된 제1 변형을 센서를 식별할 수 있다. 보다 구체적으로 컴퓨팅 장치(120)는 복수의 변형을 센서들 중 특정 시점부터 시간이력 변형을 데이터가 수신되지 않는 변형을 센서를 손상된 제1 변형을 센서로 식별할 수 있다.
- [0038] 단계(320)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 식별된 제1 변형을 센서와 인접한 정상 상태의 제2 변형을 센서들로부터 손상이 발생된 특정 시점 이후의 특정 시간 구간에 대응하는 시간이력 변형을 데이터를 식별할 수 있다.
- [0039] 단계(330)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 수신된 제2 변형을 센서들에 대한 시간이력 변형을 데이터를 연속 웨이블릿 변환할 수 있다.
- [0040] 단계(340)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 특정 층에 대응하는 슬래브 부재에 설치된 가속도 센서로부터 상기 특정 시간 구간에 대응하는 시간이력 가속도 데이터를 수신할 수 있다. 이때, 가속도 센서는 구조물(110)의 특정 층에 대응하는 슬래브 부재의 질량 중심에 설치될 수 있다.
- [0041] 단계(350)에서, 컴퓨팅 장치(120)는 연속 웨이블릿 변환을 통해 획득된 결과값 및 수신된 시간이력 가속도 데이터를 데이터 복원 모델에 입력함으로써 손상이 발생된 특정 시점 이후의 특정 시간 구간에 대응하는 제1 변형을

센서의 시간이력 변형을 데이터를 복원할 수 있다.

[0042] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0043] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 즉 정보 캐리어, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체) 또는 전파 신호에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

[0044] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.

[0045] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0046] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0047] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0048] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

[0049]

100 : 데이터 복원 시스템

110 : 구조물

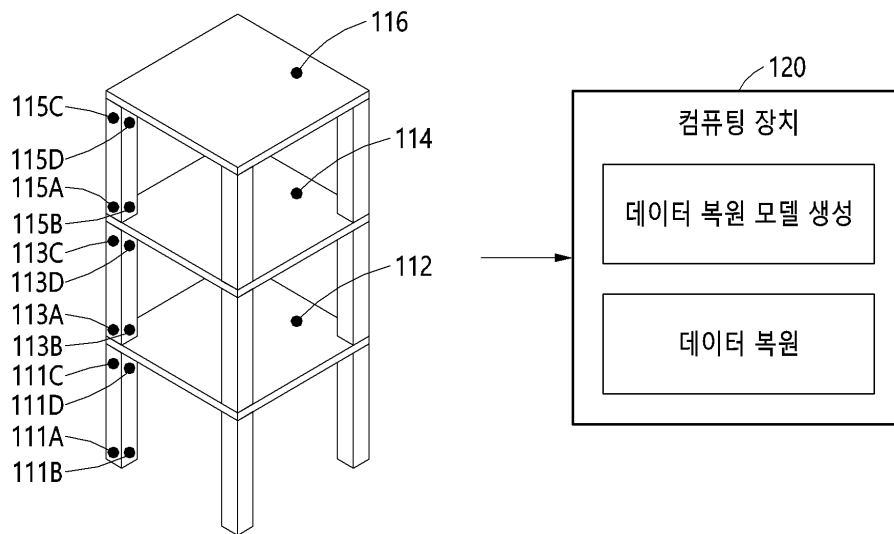
111A~111D, 113A~113D, 115A~115D : 변형율 센서

112, 114, 116 : 가속도 센서

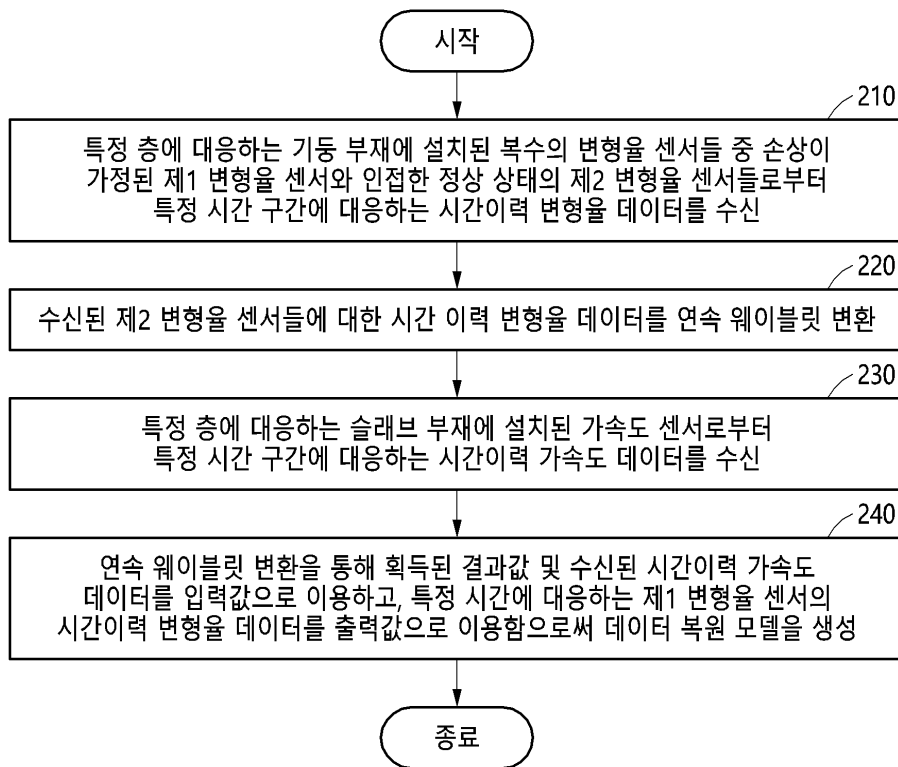
120 : 컴퓨팅 장치

도면

도면1



도면2



도면3

