



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0098622
(43) 공개일자 2024년06월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/27 (2020.01) G06F 111/18 (2020.01)
G06F 3/01 (2006.01) G06F 7/544 (2017.01)
G06N 3/0464 (2023.01) G09B 9/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 30/27 (2020.01)
G06F 3/011 (2022.02)
- (21) 출원번호 10-2022-0180561
(22) 출원일자 2022년12월21일
심사청구일자 2022년12월21일
- (71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
- (72) 발명자
전석희
경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 706동 1204호(영통동, 살구골 진덕,서광,성지,동아 아파트)
줄레카 비비 주리
경기도 수원시 영통구 매영로415번길 42-28, 302호(영통동)
- (74) 대리인
두호특허법인

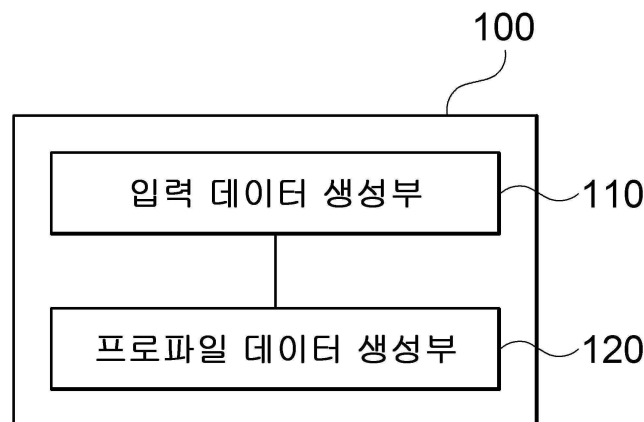
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **충돌 가속도 프로파일 생성 장치 및 방법**

(57) 요약

지진 환경을 재현하기 위한 충돌 가속도 프로파일 생성 장치 및 방법이 개시된다. 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 장치는 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성부; 및 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 3/016 (2013.01)

G06F 7/5443 (2013.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G09B 9/00 (2013.01)

G06F 2111/18 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711160320

과제번호 2022-0-01005-001

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원

연구사업명 ICT융합산업혁신기술개발사업

연구과제명 디지털 객체의 다양한 해석 정보 제공을 위한 비착용식 시-촉각 디지털 트윈 플랫폼
기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경희대학교 산학협력단

연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성부; 및

충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 상기 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부를 포함하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 입력 데이터 생성부는

충돌 속도 별로 생성된 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 상기 충돌 속도보다 빠른 가장 인접한 속도를 가지는 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 충돌 속도보다 느린 가장 인접한 속도를 가지는 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택하며,

상기 충돌 속도, 상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 입력 데이터를 생성하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 인공 신경망은

센서를 통해 측정된 속도 별 3차원 충돌 가속도 센서 데이터를 1차원으로 변환한 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 속도가 다른 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일 사이의 소정 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 생성하도록 학습된, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 3차원 충돌 가속도 센서 데이터는 최대-최소 풀링(max-min pooling)을 통해 1차원으로 변환되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 인공 신경망은

인코더층(encoder layer), 디코더층(decoder layer) 및 완전 연결층(fully connected layer)를 포함하며,

상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 인코더 층을 통해 입력되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 층돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 층돌 가속도 샘플 프로파일은 순차적으로 연결(concatenation)되어 입력되는, 층돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 층돌 속도는 완전 연결층으로 입력되며,

상기 완전 연결층을 통하여 상기 층돌 속도에 대한 층돌 가속도 프로파일이 출력되는, 층돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 인코더층은

하나 이상의 합성곱 양방향 장단기 메모리(Convolutional Bidirectional Long Short-Term Memory, Conv-BiLST) 층을 포함하며, 상기 제 1 층돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 층돌 가속도 샘플 프로파일에서 공간(spatial) 정보를 추출하는, 층돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 디코더층은

하나 이상의 양방향 장단기 메모리(Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLST) 층을 포함하며, 상기 제 1 층돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 층돌 가속도 샘플 프로파일에서 시간(temporal) 정보를 추출하는, 층돌 가속도 프로파일 생성 장치.

청구항 10

가상 환경(Virtual Environment)에서 소정 물체의 층돌 속도에 대한 층돌 정보를 생성하는 가상 환경 시뮬레이션부;

상기 가상 환경 시뮬레이션부로부터 층돌 정보를 수신하여 층돌로 인한 층돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부; 및

상기 층돌 가속도 프로파일에 기초하여 층돌 진동을 발생시키는 진동 발생부를 포함하는, 층돌 재현 장치.

청구항 11

하나 이상의 프로세서들, 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 층돌 가속도 프로파일 생성 방법으로서,

가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 층돌 속도에 대한 층돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는

입력 데이터 생성 단계; 및

충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 상기 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성 단계를 포함하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 입력 데이터 생성 단계는

충돌 속도 별로 생성된 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 상기 충돌 속도보다 빠른 가장 인접한 속도를 가지는 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 충돌 속도보다 느린 가장 인접한 속도를 가지는 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택하며,

상기 충돌 속도, 상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 입력 데이터를 생성하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 인공 신경망은

센서를 통해 측정된 속도 별 3차원 충돌 가속도 센서 데이터를 1차원으로 변환한 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 속도가 다른 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일 사이의 소정 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 생성하도록 학습된, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 3차원 충돌 가속도 센서 데이터는 최대-최소 풀링(max-min pooling)을 통해 1차원으로 변환되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 인공 신경망은

인코더층(encoder layer), 디코더층(decoder layer) 및 완전 연결층(fully connected layer)를 포함하며,

상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 인코더 층을 통해 입력되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 순차적으로 연결(concatenation)되어 인코더 층을 통해 입력되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 충돌 속도는 완전 연결층으로 입력되며,

상기 완전 연결층을 통하여 상기 충돌 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일이 출력되는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 인코더층은

하나 이상의 합성곱 양방향 장단기 메모리(Convolutional Bidirectional Long Short-Term Memory, Conv-BiLST) 층을 포함하며, 상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 공간(spatial) 정보를 추출하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 디코더층은

하나 이상의 양방향 장단기 메모리(Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLST) 층을 포함하며, 상기 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 상기 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 시간(temporal) 정보를 추출하는, 충돌 가속도 프로파일 생성 방법.

청구항 20

비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(non-transitory computer readable storage medium)에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 명령어들을 포함하고, 상기 명령어들은 하나 이상의 프로세서들을 갖는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금,

가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성 단계; 및

충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 상기 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성 단계를 수행하도록 하는, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

지진 환경을 재현하기 위한 충돌 가속도 프로파일 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

전통적으로 지진과 같은 자연 재해는 비교적 드문 현상이기 때문에, 대부분의 사람들은 안전 훈련을 심각하게 생각하지 않는다. 그러나, 가벼운 지진에서도 가장 일반적인 시나리오 중 하나는 테이블 상판, 찬장 또는 천장에서 물체가 떨어지는 것인 반면, 사람들은 이 위험이 얼마나 큰지 깨닫지 못하고 스스로를 위험에 빠뜨릴 수 있다. 이에 따라, 다양한 지진 훈련 시뮬레이션들이 개발되고 있다. 특히, 사실성을 향상시키고 비상사태를 더

잘 묘사하기 위하여 지진 발생 시 가상 환경에서 아바타를 제어할 수 있는 다양한 가상현실(VR) 시스템이 개발되고 있다. 그러나, 대부분의 가상 환경에서 사용자에게 햅틱 피드백을 제공하지 않고 있으며, 대신 시각과 청각에 대한 피드백만 제공하고 있다.

[0004] 등록특허 제 10-2087286 호의 경우, 가상 물체와의 충돌 또는 접촉시 현실감 있는 피드백 구현이 가능한 햅틱 모듈에 대한 특징을 제시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허 제 10-2087286 호(2020.04.23)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 지진 환경을 재현하기 위한 충돌 가속도 프로파일 생성 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 양상에 따르면, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치는 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성부; 및 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부를 포함할 수 있다.

[0010] 입력 데이터 생성부는 충돌 속도 별로 생성된 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 충돌 속도보다 빠른 가장 인접한 속도를 가지는 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 충돌 속도보다 느린 가장 인접한 속도를 가지는 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택하며, 충돌 속도, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 입력 데이터를 생성할 수 있다.

[0011] 인공 신경망은 센서를 통해 측정된 속도 별 3차원 충돌 가속도 센서 데이터를 1차원으로 변환한 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 속도가 다른 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일 사이의 소정 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 생성하도록 학습될 수 있다.

[0012] 3차원 충돌 가속도 센서 데이터는 최대-최소 풀링(max-min pooling)을 통해 1차원으로 변환될 수 있다.

[0013] 인공 신경망은 인코더층(encoder layer), 디코더층(decoder layer) 및 완전 연결층(fully connected layer)를 포함하며, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 인코더 층을 통해 입력될 수 있다.

[0014] 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 순차적으로 연결(concatenation)되어 입력될 수 있다.

[0015] 충돌 속도는 완전 연결층으로 입력되며, 완전 연결층을 통하여 충돌 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일이 출력될 수 있다.

[0016] 인코더층은 하나 이상의 합성곱 양방향 장단기 메모리(Convolutional Bidirectional Long Short-Term Memory, Conv-BiLST) 층을 포함하며, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 공간(spatial) 정보를 추출할 수 있다.

[0017] 디코더층은 하나 이상의 양방향 장단기 메모리(Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLST) 층을 포함하며, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 시간(temporal) 정보를 추출할 수 있다.

[0018] 일 양상에 따르면, 충돌 재현 장치는 가상 환경(Virtual Environment)에서 소정 물체의 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 생성하는 가상 환경 시뮬레이션부; 가상 환경 시뮬레이션부로부터 충돌 정보를 수신하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부; 및 충돌 가속도 프로파일에 기초하여 충돌 진동을 발생시키는 진동 발생부를 포함할 수 있다.

[0019] 일 양상에 따르면, 하나 이상의 프로세서들, 및 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 충돌 가속도 프로파일 생성 방법은 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성 단계; 및 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 일 양상에 따르면, 비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(non-transitory computer readable storage medium)에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서, 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 명령어들을 포함하고, 명령어들은 하나 이상의 프로세서들을 갖는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 때, 컴퓨팅 장치로 하여금, 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성 단계; 및 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성 단계를 수행하도록 할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 장치를 이용하여 지진 훈련 시뮬레이션의 사실성을 향상시키고 비상 상황을 더 잘 묘사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 장치의 구성도이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 장치의 구성을 설명하기 위한 예시도이다.
 도 3은 일 실시예에 따른 인공 신경망의 구조를 설명하기 위한 예시도이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 5는 일 실시예에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0026] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[0027] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사

하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 장치의 구성도이다.
- [0029] 일 실시예에 따르면, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(100)는 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 생성부(110) 및 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부(120)를 포함할 수 있다.
- [0030] 일 예로, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(100)는 지진 시뮬레이션을 위한 가상 현실 환경에서 지진 발생 시 낙하 물체의 충격 피드백을 사실적으로 제공하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0031] 도 2를 참조하면, 지진은 가상 환경(210)에서 시뮬레이션되며, 인간 모델은 시뮬레이션에서 사용자를 나타내기 위해 사용된다. 지진 발생 시 가상 환경에서 다양한 물체가 사용자의 머리 위로 떨어질 수 있다. 이때, 가상 개체가 시뮬레이션된 사용자의 머리 위로 떨어질 때 충돌이 감지될 수 있으며, 충돌 물체의 충돌 속도에 대한 정보를 생성할 수 있다.
- [0032] 일 예로, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(220)는 가상 환경(210)으로부터 충돌 정보, 즉 충격 속도 및 낙하 물체의 종류 중 적어도 하나에 대한 정보를 수신하고 목표 속도와 물체에 대한 실제 충돌 가속도 프로파일을 추정할 수 있다.
- [0033] 일반적으로 데이터 기반 렌더링 알고리즘은 먼저 실제 상호 작용 중에 피드백과 관련된 물리적 신호를 수집하고, 둘째, 누락된 데이터에 대한 입출력 매핑 데이터베이스 및 보간 체계를 구축하며, 셋째, 사용자의 입력과 매핑을 기반으로 렌더링 중에 적절한 신호를 추정한다. 이때, 알고리즘의 성능을 결정하는 부분은 매핑 및 보간이다.
- [0034] 일 예를 들어, 충격 가속도 신호는 낙하 물체와 해당 물체의 충돌 속도에 따라 달라질 수 있다. 이에 따라, 특정 물체에 대해 물체의 속도와 충격 가속도 프로파일 간에 매핑이 수행되어야 한다. 특정 충돌 속도에 대한 전체 충돌 가속도 프로파일을 매핑하는 것은 쉽지 않다. 또한, 물체의 속도가 연속 변수인 반면, 충돌 가속도 프로파일의 샘플은 특정 속도에 대한 것만 알 수 있다. 이에 따라, 충돌 가속도 프로파일의 샘플이 없는 나머지 충돌 속도에 대한 보간 신호가 필요하다.
- [0035] 일 예로, 다변량 순차 시계열 예측을 통해 충돌 속도의 전 및 후 속도에 대한 두 개의 인접 충돌 가속도 프로파일을 입력으로 취함으로써 주어진 충돌 속도에 대한 새로운 충돌 가속도 프로파일을 예측할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 따르면, 입력 데이터 생성부(110)는 충돌 속도 별로 생성된 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 충돌 속도보다 빠른 가장 인접한 속도를 가지는 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 충돌 속도보다 느린 가장 인접한 속도를 가지는 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택할 수 있다.
- [0037] 도 2를 참조하면, 입력 데이터 생성부는 가상 환경 장치(210)로부터 가상 환경 상에서 발생하는 충돌 물체에 대한 충돌 속도(v)에 대한 정보를 입력 받을 수 있다. 입력 데이터 생성부는 입력 받은 충돌 속도에 기초하여 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택할 수 있다. 예를 들어, 충돌 가속도 샘플 프로파일은 충돌 속도 별로 생성된 것일 수 있으며, 소정의 저장 공간에 저장되어 있을 수 있다. 예를 들어, 소정의 저장 공간은 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(220) 내부에 구비된 메모리(미도시) 또는 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(220) 외부에 구비된 서버(미도시)일 수 있다.
- [0038] 일 예로, 입력 데이터 생성부는 입력 받은 충돌 속도에 인접한 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택할 수 있다. 예를 들어, 입력 데이터 생성부는 충돌 속도보다 빠른 속도에 대한 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 충돌 속도와 가장 가까운 하나의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택할 수 있다. 또한, 입력 데이터 생성부는 충돌 속도보다 느린 속도에 대한 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 충돌 속도와 가장 가까운 하나의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택할 수 있다.
- [0039] 일 예에 따르면, 입력 데이터 생성부는 충돌 속도, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일(IS_{Vi-1}) 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일(IS_{Vi+1})을 포함하는 입력 데이터를 생성할 수 있다. 이후, 입력 데이터 생성부는 입력 받은 충돌 속도(v)와 함께 선택된 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일(IS_{Vi-1} , IS_{Vi+1})을 포함하는 입력 데이터는 프로파일 데이터 생성부로 전송할 수 있다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 프로파일 데이터 생성부(120)는 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에

입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성할 수 있다.

- [0041] 일 예에 따르면, 프로파일 데이터 생성부(120)는 다변량 시계열 입력 데이터 $x = \{IS_{v_{i-1}}, IS_{v_{i+1}}\} \in R^1$ 를 입력받을 수 있다. 여기서, $IS_{v_{i-1}}$ 및 $IS_{v_{i+1}}$ 는 길이가 θ 인 두 인접(즉, 충돌 속도 이전 및 이후) 충격 가속도 샘플 프로파일이며, 프로파일 데이터 생성부(120)는 주어진 충돌 속도 v 에 대한 충돌 가속도 프로파일 $y = \{IS_{v_i}\} \in R^1$ 를 예측할 수 있다.
- [0042] 일 예로, 프로파일 데이터 생성부(120)는 주어진 충돌 속도에 대한 충격 가속도 프로파일을 보간하기 위하여 심층 컨볼루션 양방향 단기 메모리(Conv-BiLSTM) 인코더-디코더 프레임워크를 이용할 수 있다.
- [0043] 일 실시예에 따르면, 인공 신경망은 센서를 통해 측정된 속도 별 3차원 충돌 가속도 센서 데이터를 1차원으로 변환한 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 속도가 다른 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일 사이의 소정 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 생성하도록 학습될 수 있다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 프로파일 데이터 생성부는 전처리를 통해 생성된 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다. 일 예로, 전처리의 데이터 수집을 위하여 헬멧에 떨어지는 물체의 가속도 신호를 서로 다른 속도로 포착하기 위한 맞춤형 데이터 수집 설정을 구축할 수 있다. 충돌 가속도 센서 데이터 수집을 위해 안전 헬멧 내부에 소정의 가속도계가 구비될 수 있다. 이때, 가속도계를 통해 측정된 충돌 가속도 센서 데이터는 3차원 데이터 일 수 있다.
- [0045] 일 예로, 목표 속도 v 를 고려할 때, 인공 신경망은 이전 속도와 이후 속도에 대해 각각 두 개의 인접한 충돌 가속도 샘플 프로파일 $IS_{v_{i-1}}$ 및 $IS_{v_{i+1}}$ 을 검색할 수 있다. 이후, 인공 신경망은 주어진 속도 v 와 주어진 속도에 대한 두 개의 인접 가속도 프로파일 $IS_{v_{i-1}}$, $IS_{v_{i+1}}$ 을 입력으로 사용하고 목표 속도에 대한 보간된 전체 가속도 프로파일(IS_{v_i})을 반환할 수 있다. 이때, 인공 신경망은 실제 측정된 가속도 프로파일(IS_{v_i})과 생성된 가속도 프로파일(IS_{v_i})에 대한 손실 함수로 RMSE(root-mean-square error)를 이용할 수 있다.
- [0046] 일 실시예에 따르면, 3차원 충돌 가속도 센서 데이터는 최대-최소 풀링(max-min pooling)을 통해 1차원으로 변환될 수 있다. 도 2에서와 같이 데이터 수집 과정에서 생성된 충돌 가속도 센서 데이터는 고역 필터를 통과한 후 최대-최소 풀링을 통해 1차원 충돌 가속도 샘플 프로파일로 변형될 수 있다. 충돌 가속도 데이터가 수집되면 모델링 및 렌더링에 필터링이 필수적으로 필요하다. 예를 들어, 중력 제거 및 정적 가속도 판독을 위해 충돌 가속도 데이터에 20Hz의 고역 필터를 적용할 수 있다.
- [0047] 일 예로, 인간은 진동의 방향을 쉽게 인지할 수 없기 때문에 피드백을 렌더링하기 위해 단일 축 액추에이터를 주로 사용하며, 이 단일 축 액추에이터를 사용하면 시스템 비용과 복잡성이 크게 줄어들 수 있다. 이에 따라, 3차원 가속도 신호를 1D 신호로 변환할 필요가 있다. 예를 들어, 지각 정확도를 잃지 않고 단순화하기 위하여 최대-최소 풀링 방식을 이용할 수 있다.
- [0048] 3차원 가속도 신호에서 1차원 가속을 합성하기 위한 최대-최소 풀링 알고리즘은 아래의 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

```

1: procedure TRAINING()
2:   Collect 3-D acceleration data for falling object collision
3:    $(\bar{A}_x, \bar{A}_y, \bar{A}_z) \leftarrow \text{HighPassFilter}(A_x, A_y, A_z)$ 
4:   for each item  $i$  in  $\bar{A}_{x_i}, \bar{A}_{y_i}$  and  $\bar{A}_{z_i}$  do
5:      $IS_{v_i} \leftarrow \begin{cases} \text{MaxPooling}(\bar{A}_{x_i}, \bar{A}_{y_i}, \bar{A}_{z_i}); & \text{if } \bar{A}_{x_i} \geq 0 \text{ or } \bar{A}_{y_i} \geq 0 \text{ or } \bar{A}_{z_i} \geq 0 \\ \text{MinPooling}(\bar{A}_{x_i}, \bar{A}_{y_i}, \bar{A}_{z_i}); & \text{Otherwise} \end{cases}$ 
6:   end for
7:   TrainConvBiLSTMEncoderDecoder( $\{v, IS_{v_{i-1}}, IS_{v_{i+1}}\}, \{IS_{v_i}\}$ )
8: end procedure

```

여기서, A_{x_i} , A_{y_i} 및 A_{z_i} 는 3축 가속도 신호의 값을 나타낸다. 최대 풀링 함수는 A_{x_i} , A_{y_i} 및 A_{z_i} 중 최대값을 반환하고 최소 풀링 함수는 최소값을 반환한다. 각 속도 샘플에 대해 수집된 10개의 충돌 가속도 프로파일에서 대표

가속도 프로파일은 미리 결정될 수 있다. 예를 들어, 수집된 가속도 프로파일 중 평균 특성을 가진 프로파일을 선택하여 수동으로 대표 가속도 프로파일을 선택할 수 있다.

- [0051] 일 예로, 수집된 충돌 가속도 샘플 프로파일이 가상 객체의 충돌 속도와 정확히 동일한 경우 렌더링 중에 충격 피드백을 생성하는 데 직접 사용될 수 있다. 그러나 대부분의 경우 충돌 속도와 수집된 충돌 가속도 샘플 프로파일의 속도가 동일하지 않으므로 보간 알고리즘을 사용하여 충돌 가속도 프로파일을 추정해야 한다.
- [0052] 일반적으로 시계열 고주파 가속도 프로파일의 보간은 주파수 영역에서 수행되지만, 이 경우 정확한 위상 정보와 신호의 기능이 손실될 수 있다. 이는 특히 임펄스 가속 사례에서 중요한 문제가 될 수 있다. 따라서, 프로파일 데이터 생성부(120)는 가속 프로파일의 위상 및 실제 형상 정보를 유지하는 딥 러닝 기술을 사용한 인공 신경망을 이용하여 위와 같은 문제를 해결할 수 있다.
- [0053] 일 실시예에 따르면, 인공 신경망은 인코더층(encoder layer), 디코더층(decoder layer) 및 완전 연결층(fully connected layer)를 포함할 수 있다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 프로파일 데이터 생성부(120)에 포함된 인공 신경망은 인코더층(121), 디코더층(123) 및 완전 연결층(124)를 포함할 수 있다.
- [0055] 일 실시예에 따르면, 인코더층은 하나 이상의 합성곱 양방향 장단기 메모리(Convolutional Bidirectional Long Short-Term Memory, Conv-BiLST) 층을 포함하며, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 공간(spatial) 정보를 추출할 수 있다.
- [0056] 일 예로, 단순한 양방향 장단기 메모리(BiLSTM)와 비교하여 Conv-BiLST는 BiLSTM의 입력-상태 및 상태-상태 전환에서 컨볼루션 커널을 사용할 수 있다. 이에 따라, Conv-BiLST는 공간 및 시간 정보를 더 효과적으로 보존하는 반면, BiLSTM은 시간 정보만 받아들일 수 있다. 예를 들어, 인코더는 3 개의 Conv-BiLSTM 계층을 포함할 수 있으며, 3개의 Conv-BiLSTM 계층은 커널 크기가 1 X 3인 각각 256, 128 및 64개의 필터와 함께 사용될 수 있다.
- [0057] 일 실시예에 따르면, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 인코더 층을 통해 입력될 수 있다. 도 3에서와 같이, 입력 데이터(IS_{vi-1} , IS_{vi+1})는 인코더 층을 통해 입력될 수 있다. 이때, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일은 순차적으로 연결(concatenation)되어 인코더 층에 입력될 수 있다.
- [0058] 일 실시예에 따르면, 디코더층(123)은 하나 이상의 양방향 장단기 메모리(Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLST) 층을 포함하며, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일에서 시간(temporal) 정보를 추출할 수 있다.
- [0059] 일 예로, 과적합 문제를 극복하기 위해 각 Conv-BiLSTM 계층에는 드롭아웃 계층이 뒤따를 수 있다. 반복 레이어(122)는 인코더 층에서 획득한 피쳐 맵을 디코딩하는 데 사용될 수 있다. 반복 레이어(122)는 디코더의 각 시간 단계에 일정한 입력 형태로 인코딩 계층에서 최종 출력 벡터를 반복할 수 있으며, 디코딩 층(123)은 원래 입력 시퀀스를 재구성할 수 있습니다.
- [0060] 일 예에 따르면, 디코딩 층(123)은 각각 256, 180 및 150개의 숨겨진 노드가 있는 3개의 BiLSTM 계층을 포함할 수 있다. 계층적 방식으로, 첫 번째 BiLSTM 계층의 출력이 두 번째 BiLSTM 계층으로 공급되고 두 번째 BiLSTM 계층의 출력이 세 번째 BiLSTM 계층으로 공급됩니다. 따라서, 디코더 층(123)은 인코딩 계층의 출력 기능을 통합할 수 있으며, 이는 각 계층에서 표현 학습을 용이하게 하여 예측 모델 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0061] 일 예에 따르면, 인공 신경망은 완전히 연결된 계층(124)과 회귀 계층(125)을 포함할 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 따르면, 충돌 속도는 완전 연결층으로 입력되며, 완전 연결층을 통하여 충돌 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일이 출력될 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 물체 속도는 단일 값이기 때문에 완전히 연결된 층에 직접 입력될 수 있다. 이를 통해 인공 신경망은 두 개의 주어진 시계열 충돌 가속도 샘플 프로파일과 하나의 목표 속도 사이의 가장 보간 결과인 시계열 충돌 가속도 프로파일을 예측할 수 있다. 이때, 인공 신경망을 학습하는데 사용된 충돌 가속도 샘플 프로파일과 충돌 가속도 프로파일을 예측하기 위하여 인코딩 층에 입력되는 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일은 전처리에 생성된 동일한 데이터일 수 있다.
- [0064] 일 실시예에 따르면, 충돌 재현 장치는 가상 환경(Virtual Environment)에서 소정 물체의 충돌 속도에 대한 충

돌 정보를 생성하는 가상 환경 시뮬레이션부, 가상 환경 시뮬레이션부로부터 충돌 정보를 수신하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성하는 프로파일 데이터 생성부 및 충돌 가속도 프로파일에 기초하여 충돌 진동을 발생시키는 진동 발생부를 포함할 수 있다.

[0065] 일 예로, 가상 환경 시뮬레이션부, 프로파일 데이터 생성부 및 진동 발생부는 각각 도 2의 가상 환경(210), 충돌 가속도 프로파일 생성 장치(220) 및 렌더링(230)일 수 있다. 이에 따라, 중복되는 설명은 생략한다.

[0066] 도 4는 일 실시예에 따른 충돌 가속도 프로파일 생성 방법을 도시한 흐름도이다.

[0067] 일 실시예에 따르면, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치는 가상 환경(Virtual Environment) 장치로부터 충돌 속도에 대한 충돌 정보를 수신하여 입력 데이터를 생성할 수 있다(410). 예를 들어, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치는 충돌 속도 별로 생성된 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일 중 충돌 속도보다 빠른 가장 인접한 속도를 가지는 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 충돌 속도보다 느린 가장 인접한 속도를 가지는 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 선택하며, 충돌 속도, 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 입력 데이터를 생성할 수 있다.

[0068] 일 실시예에 따르면, 충돌 가속도 프로파일 생성 장치는 충돌 가속도 프로파일을 예측하도록 학습된 인공 신경망에 입력 데이터를 입력하여 충돌로 인한 충돌 가속도 프로파일을 생성할 수 있다(420).

[0069] 예를 들어, 인공 신경망은 센서를 통해 측정된 속도 별 3차원 충돌 가속도 센서 데이터를 1차원으로 변환한 하나 이상의 충돌 가속도 샘플 프로파일을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 속도가 다른 두 개의 충돌 가속도 샘플 프로파일 사이의 소정 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 생성하도록 학습된 것일 수 있다. 이때, 인공 신경망은 인코더층(encoder layer), 디코더층(decoder layer) 및 완전 연결층(fully connected layer)를 포함할 수 있다.

[0070] 일 예를 들어, 인공 신경망은 인코더 층을 통해 제 1 충돌 가속도 샘플 프로파일 및 제 2 충돌 가속도 샘플 프로파일을 입력 받을 수 있으며, 완전 연결층을 통해 충돌 속도를 입력 받을 수 있다. 이후, 인공 신경망은 완전 연결층을 통하여 충돌 속도에 대한 충돌 가속도 프로파일을 출력할 수 있다.

[0071] 도 4의 실시예 중 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 내용과 중복되는 내용은 생략한다.

[0072] 도 5는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0073] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 충돌 가속도 프로파일 생성 장치일 수 있다.

[0074] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0075] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0076] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0077] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크

크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

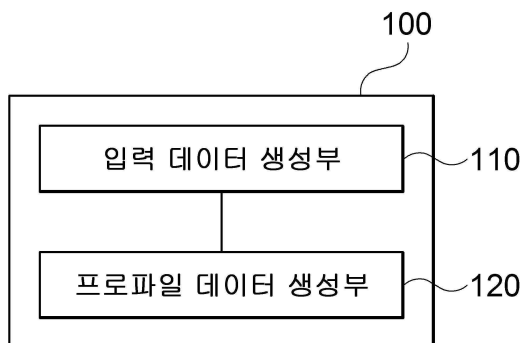
[0078] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

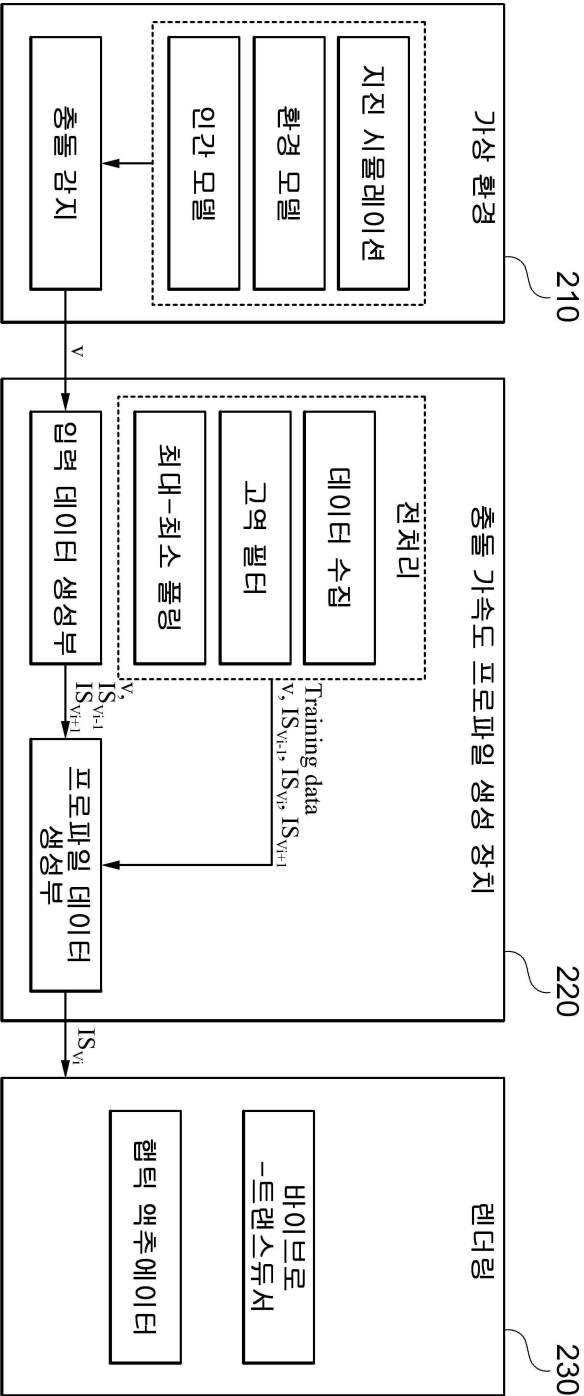
[0080] 100: 충돌 가속도 프로파일 생성 장치
110: 입력 데이터 생성부
120: 프로파일 데이터 생성부
210: 가상 환경 장치
220: 충돌 가속도 프로파일 생성 장치
230: 렌더링 장치

도면

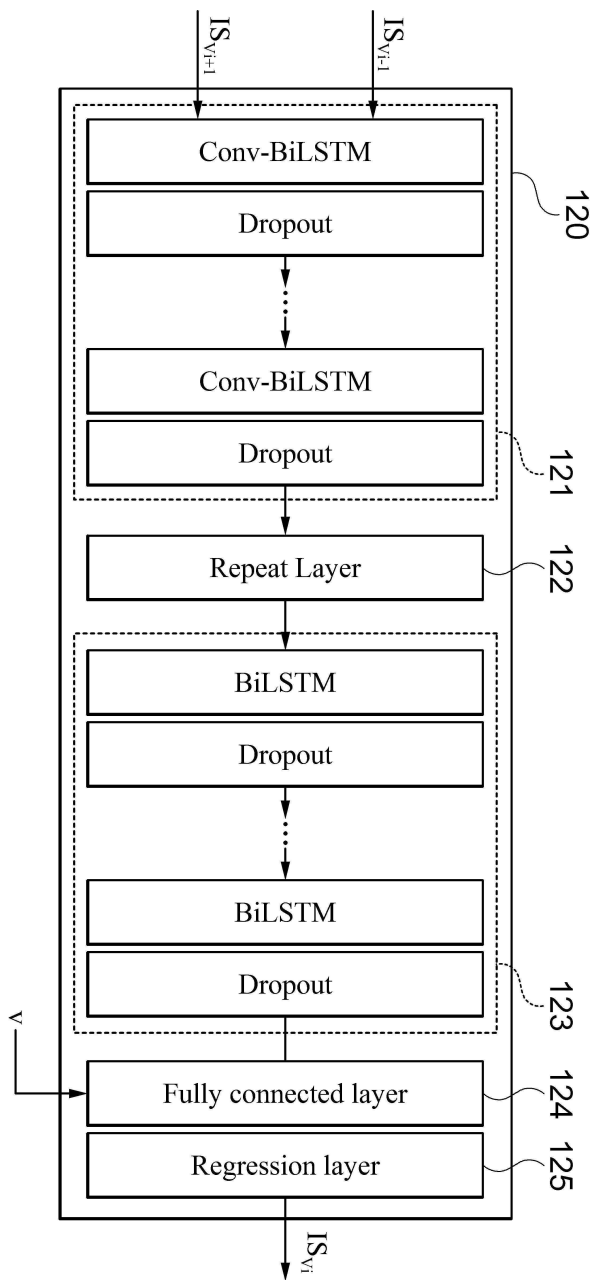
도면1



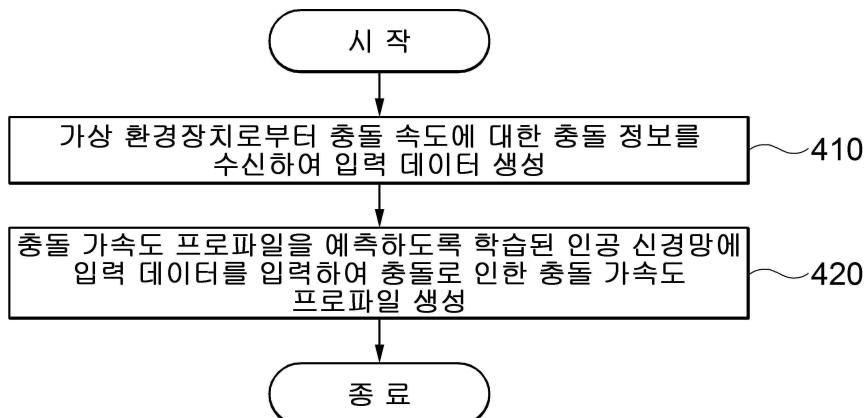
도면2



도면3



도면4



도면5

10

