



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월22일

(11) 등록번호 10-2125349

(24) 등록일자 2020년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) *G06K 9/62* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G06K 9/00335 (2013.01)
G06K 9/6267 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0151558

(22) 출원일자 2018년11월30일

심사청구일자 2018년11월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP2018055269 A*

JP6369611 B2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

최윤식

서울특별시 마포구 마포대로24길 16, 115동 204호 (아현동, 공덕자이 아파트)

전승우

서울특별시 서대문구 연희로 44-11, 2층 (연희동) (뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 9 항

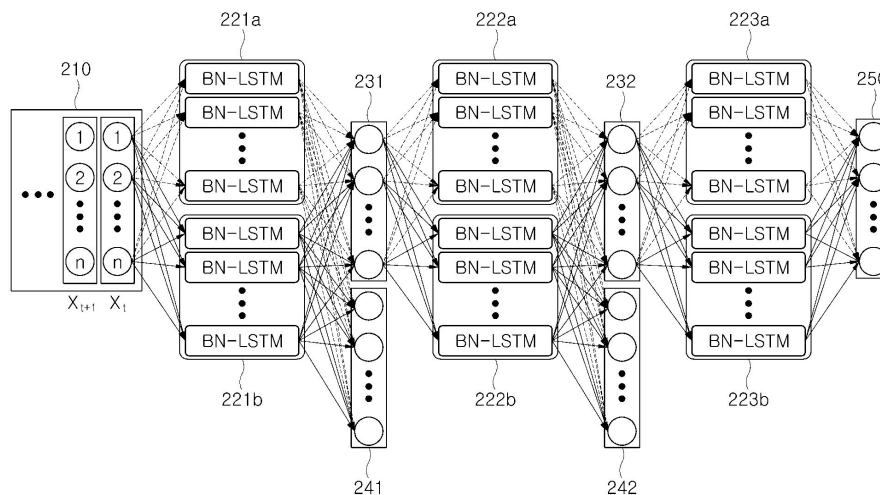
심사관 : 방인환

(54) 발명의 명칭 행동 패턴 추론 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치는, 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부, 상기 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)로 입력 받고, 상기 객체의 행동 패턴을 분류하기 위하여, 상기 시계열 데이터를 시계열적인 상태 파라미터에 따라 업데이트하는 학습부 및 상기 산출된 분류 결과를 기반으로, 상기 객체에 대한 행동 패턴을 추론하는 행동 패턴 추론부를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2013.01)

(72) 발명자

윤중수

서울특별시 서대문구 연세로2라길 56, 602호 (창천동)

홍민수

경기도 부천시 부흥로 237, 1313동 904호 (중동, 그린타운 한신아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10073229

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술혁신사업

연구과제명 [RCMS]제조용 산업로봇의 실시간 부품조립을 위한 고화질(4K) 영상기반 LSTM 네트워크 딥러닝 작업패턴 인식 알고리즘 개발

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부;

상기 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)로 입력 받고, 상기 객체의 행동 패턴을 분류하기 위하여, 상기 시계열 데이터를 시계열적인 상태 파라미터에 따라 업데이트하는 학습부; 및

상기 업데이트된 시계열 데이터를 이용하여, 상기 객체의 행동 패턴을 추론하는 행동 패턴 추론부를 포함하며, 상기 학습부는,

상기 시계열 데이터를 입력 받는 입력부;

복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하며, 상기 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트하는 제1차 시계열 데이터 메모리부;

기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제1차 순방향 분류부; 및

상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성하는 제1차 보조 분류부를 포함하며,

상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부의 적어도 하나의 노드로 입력되는 상기 시계열 데이터를 상기 적어도 하나의 노드별 미리 정해진 활성화 함수의 활성화 값을 정규화하고, 상기 정규화된 활성화 값에 상기 제1차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는, 배치 정규화(Batch Normalized, BN) LSTM(Long Short Term Memory)인 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 학습부는,

상기 제1차 순방향 분류부와 연결되어, 상기 제1차 순방향 분류부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제4차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는 제2차 시계열 데이터 메모리부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 학습부는,

상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제5차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제2차 순방향 분류부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 학습부는,

상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터에 제6차 상태 파라미터를 적용하여 제2 보조 분류 특징값을 생성하는 제2차 보조 분류부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 학습부는,

상기 제1차 시계열 데이터 메모리부 및 상기 제1차 순방향 분류부를 통해 순차적으로 업데이트된 시계열 데이터에 최후 상태 파라미터를 적용하여 최후 분류 특징값을 생성하는 최후 분류부;를 더 포함하고,

상기 최후 분류 특징값은 미리 설정된 행동 패턴별 확률 값으로 정의되는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는,

양방향 LSTM으로 구현되어 양방향 BN LSTM으로 구현되는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 역전파(back propagation) 알고리즘에 따라 상기 제1 보조 분류 특징값을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 객체는 동적 객체이고, 상기 위치 정보는 상기 동적 객체가 갖는 복수의 관절들의 위치 좌표를 포함하거나,

상기 객체는 제품 조립 공정에서 조립 해야 하는 부품이고, 상기 위치 정보는 상기 부품의 현재 위치 또는 상기 부품이 조립되어야 할 위치에 대한 위치 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득하는 단계;

상기 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)로 입력 받아, 상기 입력된 시계열 데이터를 기 설정된 알고리즘에 따라 분류하여, 상기 시계열 데이터에 대한 정적 또는 동적 특징을 모델링하기 위한 분류 결과를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 분류 결과를 기반으로, 상기 객체에 대한 행동 패턴을 추론하는 단계를 포함하며,

상기 분류 결과를 산출하는 단계는,

상기 시계열 데이터를 입력 받는 단계;

복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하며, 상기 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트하는 단계;

기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 상태 파라미터가 적용되어 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기

위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 단계; 및

상기 제1차 상태 파라미터가 적용되어 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성하는 단계를 포함하며,

상기 시계열 데이터를 업데이트하는 단계는, 적어도 하나의 노드로 입력되는 상기 시계열 데이터를 상기 적어도 하나의 노드별 미리 정해진 활성화 함수의 활성화 값을 정규화하고, 상기 정규화된 활성화 값에 상기 제1차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는, 배치 정규화(Batch Normalized, BN) LSTM(Long Short Term Memory)을 적용하는 것을 특징으로 하는 행동 패턴 추론 방법.

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 행동 패턴 추론 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 본 발명의 인공 신경망을 이용하여 행동 패턴을 추론하는 행동 패턴 추론 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사람의 핵심위치 등으로 구성된 신호를 이용하여 사람의 행동패턴을 인식하는 알고리즘의 필요성이 날로 증가하고 있다. 대표적인 사례로, CCTV와 같은 영상에서 발생하는 범죄/응급상황 등 사람의 비이상적인 행동패턴을 인식하기 위해 매 프레임마다 추출된 사람의 핵심위치를 입력하여 영상 내 사람의 행동 패턴을 인식하고자 하는 방안이 있다.

[0003] 이외에도 사람의 웨어러블 기기(wearable device) 등으로 구성된 센서 신호가 매 시간마다 입력되어 이를 통해 사람의 행동 패턴을 인식함으로써 다양한 응용분야에 적용되고 있다.

[0004] 최근에는 행동 패턴을 인식하기 위한 방법 중 하나로, 도1에 도시된 바와 같이 구성된 깊은 순환신경망 기술을 사용하고 있다 이와 같은, 깊은 순환신경망만을 이용하여 행동 패턴을 인식하기 위한 학습을 진행하는 경우, 학습속도가 느려질 수 있다는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1872811호 (등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기 전술한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치 및 방법은, 깊은 순환신경망을 이용하고도 빠른 학습속도와 높은 정확도로 학습하여 행동 패턴을 인식할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치는, 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부, 상기 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)로 입력 받고, 상기 객체의 행동 패턴을 분류하기 위하여, 상기 시계열 데이터를 시계열적인 상태 파라미터에 따라 업데이트하는 학습부 및 상기 산출된 분류 결과를 기반으로, 상기 객체에 대한 행동 패턴을 추론하는 행동 패턴 추론부를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 학습부는, 상기 시계열 데이터를 입력 받는 입력부, 복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하며, 상

기 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트하는 제1차 시계열 데이터 메모리부, 기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제1차 순방향 분류부 및 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성하는 제1차 보조 분류부를 더 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 학습부는, 상기 제1차 순방향 분류부와 연결되어, 상기 제1차 순방향 분류부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제4차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는 제2차 시계열 데이터 메모리부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 학습부는, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제5차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제2차 순방향 분류부를 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 학습부는, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터에 제6차 상태 파라미터를 적용하여 제2 보조 분류 특징값을 생성하는 제2차 보조 분류부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 학습부는, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부 및 상기 제1차 순방향 분류부를 통해 순차적으로 업데이트된 시계열 데이터에 최종 상태 파라미터를 적용하여 최종 분류 특징값을 생성하는 최종 분류부를 더 포함하고, 상기 최종 분류 특징값은 미리 설정된 행동 패턴별 확률 값으로 정의될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 양방향 LSTM으로 구현되어 양방향 BN LSTM으로 구현될 수 있다..

[0014] 또한, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 역전파(back propagation) 알고리즘에 따라 상기 보조 분류 특징값을 업데이트할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부의 적어도 하나의 각 노드로 입력되는 상기 시계열 데이터를 상기 각 노드별 미리 정해진 활성화 함수의 활성화 값을 정규화하고, 상기 정규화된 활성화 값에 상기 제1차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는, 배치 정규화(BN, Batch normalized) LSTM(Long-short term memory)일 수 있다.

[0016] 또한, 상기 객체는 동적 객체이고, 상기 위치 정보는 상기 동적 객체가 갖는 복수의 관절들의 위치 좌표를 포함하거나, 상기 객체는 제품 조립 공정에서 조립 해야 하는 부품이고, 상기 위치 정보는 상기 부품의 현재 위치 또는 상기 부품이 조립되어야 할 위치에 대한 위치 정보를 포함할 수 있다.

[0017] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 행동 패턴을 추론하기 위한 장치는, 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)를 입력 받는 입력부, 복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하며, 상기 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트하는 제1차 시계열 데이터 메모리부, 기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제1차 순방향 분류부, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성하는 제1차 보조 분류부 및 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부 및 상기 제1차 순방향 분류부를 통해 순차적으로 업데이트된 시계열 데이터에 최종 상태 파라미터를 적용하여 최종 분류 특징값을 생성하는 최종 분류부를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1차 순방향 분류부와 연결되어, 상기 제1차 순방향 분류부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제4차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하는 제2차 시계열 데이터 메모리부, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제5차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 제2차 순방향 분류부 및 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부와 연결되며, 상기 제2차 시계열 데이터 메모리부로부터 업데이트된 시계열 데이터에 제6차 상태 파라미터를 적용하여 제2 보조 분류 특징값을 생성하는 제2차 보조 분류부를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부는, 상기 제1차 보조 분류부에서 생성된 상기 제1 보조 분류 특징값을 고려하여 상기 제1차 상태 파라미터에 따른 가중치값들을 변경할 수 있다.

[0020] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 행동 패턴 추론 방법은, 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득하는 단계, 상기 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터

(time-series data)로 입력 받아, 상기 입력된 시계열 데이터를 기 설정된 알고리즘에 따라 분류하여, 상기 시계열 데이터에 대한 정적 또는 동적 특징을 모델링하기 위한 분류 결과를 산출하는 단계, 상기 산출된 분류 결과를 기반으로, 상기 객체에 대한 행동 패턴을 추론하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 시계열 데이터를 입력 받는 단계, 복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하며, 상기 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트하는 단계, 기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 상태 파라미터가 적용되어 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하는 단계 및 상기 제1차 상태 파라미터가 적용되어 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치 및 방법은, 기존의 순환신경망만으로 구성된 구조보다 빠르게 행동패턴을 학습하고, 높은 정확도로 행동패턴을 분류해 낼 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도1은 종래에 이용되어 왔던 행동패턴 인식 알고리즘을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부의 구체적인 구성을 도시한 블록도이다.
 도4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따라 객체의 위치 정보가 입력된 시점부터 행동 패턴별 확률값을 도출해 내는 시점까지의 동작과정을 설명하기 위해 도시한 학습부의 구조를 도시한 도면이다.
 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시계열 데이터 메모리부의 세부 구성 및 구조를 도시한 도면이다.
 도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 행동 패턴 추론 방법을 시간의 흐름에 따라 개략적으로 도시한 흐름도이다.
 도7은 본 발명의 실시예에 따른 학습부에서 수행되는 학습단계를 시간에 흐름에 따라 보다 구체적으로 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0025] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계 없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0026] 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. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록"등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0027] 이하, 본 발명의 일 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.

[0028] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치(10)의 구성을 관련된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치(10)의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다. 도2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론 장치(10)는 위치 정보 획득부(100), 학습부(200) 및 행동 패턴 추론부(300)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0029] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 위치 정보 획득부(100)는 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 복수개의 위치 정보들을 획득할 수 있다. 여기서, 객체는 동적 개체(예를 들어, 사람 또는 동물) 또는 스마트 공

정에서 조립해야 하는 부품을 의미할 수 있고, 객체의 위치 정보는 동적 객체가 갖는 복수의 관절들의 위치 좌표를 포함하거나, 상기 스마트 공정에서 조립해야 하는 부품의 현재 위치 또는 상기 부품이 조립되어야 할 위치에 대한 위치 정보를 포함할 수 있다.

- [0030] 이하에서는 이해의 편의를 돕기 위하여, 일 실시예에 따른 동적 개체인 사람의 관절의 위치에 대한 정보를 이용하여 사람의 행동 패턴을 추론하는 행동 패턴 추론 방법으로 예시하여 설명하도록 한다.
- [0031] 예컨대, 사람의 몸에 착용 가능한 안경, 휴대폰, 전자 시계 등과 같은 웨어러블 기기(Wearable device)들에 의해 센싱되는 사람의 관절과 같은 특정부위에 대한 위치 정보로서, 위치 좌표들을 획득할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 정보 획득부(100)는 기 설정된 시간 간격으로 상기 사람의 각 특정부위에서 센싱한 위치 좌표들을 지속적으로 획득할 수 있다.
- [0032] 상기와 같이 위치 정보 획득부(100)로 획득된 객체의 위치 정보를 학습부(200)로 전달할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 학습부(200)는 위치 정보 획득부(100)로부터 획득되는 객체의 위치 정보들을 입력 받아, 상기 입력된 위치 정보들을 토대로 인공신경망(Artificial neural network)을 이용하여 학습함에 따라 미리 설정된 행동 패턴별 확률값을 생성할 수 있다. 여기서, 행동 패턴별 확률값은 미리 정의된 특징 벡터값별 확률값으로 구현될 수 있다.
- [0033] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 행동 패턴 추론부(300)는 상기 학습부(200)에 의해 학습된 결과, 즉, 미리 설정된 행동 패턴별 확률값을 토대로 상기 추론하고자 하는 객체에 대한 행동 패턴을 추론할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 미리 설정된 행동 패턴은 예를 들어 뛰기(running), 걷기(walking), 차기(kicking), 흔들기(swing) 및 던지기(throwing) 등이 있을 수 있다.
- [0035] 이하, 도3 내지 도5를 참고하여 본 발명의 학습부의 동작 구성을 상세하게 설명함에 따라 본 발명의 행동 패턴 추론 장치(10)가 객체의 행동 패턴을 추론하는 방법에 대하여 상세하게 설명하도록 한다.
- [0036] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(200)의 구체적인 구성을 도시한 블록도이다. 도3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(200)는 입력부(210), 시계열 데이터 메모리부(220), 순방향 분류부(230), 보조 분류부(240) 및 최후 분류부(250)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0037] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 입력부(210)는 위치 정보 획득부(100)로부터 획득된 객체의 위치에 대한 시계열적인 정보인 시계열 데이터(time-series data)를 입력 받는다.
- [0038] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 시계열 데이터 메모리부(220)는 도3에 도시된 바와 같이, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221), 제2차 시계열 데이터 메모리부(222) 및 제3차 시계열 데이터 메모리부(223)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0039] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 순방향 분류부(230)는, 제1차 순방향 분류부(231) 및 제2차 순방향 분류부(232)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0040] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 보조 분류부(240)는 제1차 보조 분류부(241) 및 제2차 보조 분류부(242)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0041] 마지막으로, 본 발명의 실시예에 따른 최후 분류부(250)는 상기, 시계열 데이터 메모리부(220), 순방향 분류부(230) 및 보조 분류부(240)를 통해 입력부(210)에 입력된 시계열 데이터가 분류 및 업데이트되어 최종 추론하고자 하는 행동패턴별 확률값을 생성 및 도출해낼 수 있다.
- [0042] 상기와 같은, 본 발명의 실시예에 따른 학습부(200)의 각 시계열 데이터 메모리부(221, 222, 223), 순방향 분류부(231, 232) 및 보조 분류부(241, 242)의 개수는 특별히 제한하지 않고, 각각 하나씩으로 구성되어 학습될 수도 있고, 일 실시예에 따른 도3보다 더 깊은 신경망 구조로 구현되어 학습될 수도 있다. 본 명세서에서는 도3과 같이, 시계열 데이터 메모리부는 3개, 순방향 분류부 및 보조 분류부는 각각 2개씩 마련되어 동작되는 것으로 예시하여 설명하도록 한다.
- [0043] 도4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따라 객체의 위치 정보가 입력된 시점부터 행동 패턴별 확률값을 도출해내는 시점까지의 동작과정을 설명하기 위해 도시한 학습부(200)의 구조를 도시한 도면이다.
- [0044] 도4를 참조하면, 입력부(210) 시계열 데이터 메모리부(221 내지 223), 순방향 분류부(231, 232), 보조 분류부(241, 242) 및 최후 분류부(250)는 복수개의 노드(node)들로 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시계

열 데이터 메모리부(220)는 순환신경망(RNN, Recurrent neural network)의 일 모델인 LSTM(Long-short term memory)일 수 있고, 특히, 양방향(forward pass and backward pass) LSTM으로 구현될 수 있다.

[0045] 즉, 본 발명의 시계열 데이터 메모리부(221 내지 223)는 도4에 도시된 바와 같이, 양방향 LSTM으로 구현되어 양방향 BN LSTM으로 구현될 수 있다.

[0046] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 시계열 데이터 메모리부(221 내지 223)는 내부에 구성된 각 노드로 입력되는 시계열 데이터를, 상기 각 노드별 미리 정해진 활성화 함수의 활성화 값을 정규화하는 동작을 추가로 수행할 수 있다. 즉, 본 발명의 시계열 데이터 메모리부(221 내지 223)는 도1에 도시한 바와 같은 종래의 방식을 이용함으로써 오랜 시간에 걸쳐 학습하게 되는 행동 패턴을 보다 빠르게 학습하고 정확하게 판별하기 위한 양방향 배치 정규화(Batch-normalized) LSTM(BN-LSTM)으로 구현될 수 있다.

[0047] 다시, 도4의 입력부(210)가 시계열 데이터(time-series data)를 입력 받는 시점으로 돌아가, 본 발명의 학습부(200)의 동작 구성에 대하여 상세하게 살펴보도록 한다.

[0048] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 입력부(210)는 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 시계열적인 정보인 시계열 데이터를 입력 받게 된다. 이때, 입력부(210)는 예컨대, 사람의 행동 패턴을 추론하기 위해 사람의 몸에 부착된 웨어러블 기기의 개수 즉, 사람의 특징 위치(예, 관절 위치) 좌표를 획득하는 센서들의 개수에 상응하는 노드의 개수(n 개 (단, n 은 자연수))로 구성될 수 있고, 입력부(210)는 시계열적인 객체의 위치 정보, 즉, 시계열 정보(X_t, X_{t+1})들을 입력 받게 된다. 입력 X_t 는 t 시점에 시계열 데이터 메모리부(220)로 입력되는 데이터를 나타낼 수 있다.

[0049] 이에 따라, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221a, 221b)의 복수 개의 논리 게이트(gate)들을 포함하는 각 노드(BN-LSTM)들은, 상기 각 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 입력부(210)로부터 입력되는 시계열 데이터에 적용함에 따라 시계열 데이터를 업데이트 할 수 있다.

[0050] 여기서, 제1차 상태 파라미터란 제1차 시계열 데이터 메모리부(221a, 221b)의 각 노드와 연관된 값을 지시하는 파라미터(가중치)이다. 예를 들어, 상태 파라미터는 각 노드의 출력 값 및 각 노드의 셀 상태 값 등으로 포함하고 있을 수 있다. 즉, 상태 파라미터는 노드 파라미터들을 포함할 수 있다.

[0051] 이때, 본 발명의 시계열 데이터 메모리부(220)의 노드에 대한 세부 구성 및 구조는 도5와 같다. 도5에 따른 본 발명의 시계열 데이터 메모리부(220)는 배치 정규화 LSTM의 세부 구성 및 구조를 나타낸 것이다.

[0052] 도5와 같은 본 발명의 시계열 데이터 메모리부(220)의 노드는 입력 게이트(input gate, 출력 게이트(output gate) 그리고 폴렛 게이트(forget gate)를 포함하는 3개의 게이트들로 구성되어, 시계열적으로 입력되는 시계열 데이터를 상태 파라미터를 적용한 활성화 함수를 이용하여 업데이트할 수 있다. 이때, 각 노드의 셀 상태 값 및 출력 값 등은 노드의 게이트에 기초하여 제어될 수 있다. 도5는 배치 정규화된 LSTM의 일반적인 구조 및 구성을 나타낸 것으로서, 공지 기술에 해당하는 LSTM의 동작 알고리즘 및 LSTM에 대한 구체적인 설명은 이하 생략하도록 한다.

[0053] 다음으로 본 발명의 실시예에 따른 제1차 순방향 분류부(231)는, 기 설정된 특정 시간 구간에서의 제1차 시계열 데이터 메모리부(221a, 221b)에서 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트할 수 있다. 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 순방향 분류부(230)는 순방향 학습 알고리즘에 따른 FFNN(Feed-forward neural network)로 구현될 수 있다.

[0054] 이와 동시에, 본 발명의 실시예에 따른 제1차 보조 분류부(241)는, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221a, 221b)에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용함에 따라 제1 보조 분류 특징값을 생성할 수 있다. 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 보조 분류부(240)는 객체의 행동 패턴을 추론 가능한 보조 분류 동작을 수행할 수 있으며, 보조 분류 특징 값이란 미리 설정된 행동 패턴별 확률 값을 가질 수 있다.

[0055] 상술한 보조 분류부(240)에 대하여 보다 구체적으로 설명하기 위해 도5를 다시 참고한다. 도5와 같은 배치 정규화가 적용된 BN-LSTM은 배치 정규화가 적용되지 않은 LSTM보다 행동패턴을 빠르게 학습할 수 있다. 하지만, 배치 정규화된 BN-LSTM으로 깊은 순환신경망을 구성하게 될 때, 되려 학습속도가 느려지게 되고, 인식률이 저하하는 부정적인 효과가 발생된다. 이는, 배치 정규화 BN-LSTM이 기존의 LSTM에 비해 많은 파라미터와 통계 변수로 구성되어 있는데, 이것이 깊어 구성될 경우 입력에 가까운 층(layer)(예를 들어, 도4의 제1차 시계열 데이터 메모리부(221))이 충분한 loss gradient를 공급받지 못해, 제3차 시계열 데이터 메모리부(223)보다 비교적 분류 성능이 떨어지고, 그에 따라 학습속도가 느려지게 된다. 즉, BN-LSTM을 아주 깊게 구성하게 되는 경우, 별도의

조치가 없을 경우 전혀 학습이 이루어지지 못하게 되는 심각한 문제를 야기하기도 한다.

- [0056] 보조 분류부(240)는 상술한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 행동 패턴 추론 장치(10)에 구성된 구성으로서, 양방향으로 순환하는 제1차 및 제2차 시계열 데이터 메모리부(221, 222)와 연결되며, 각 시계열 데이터 메모리부(221, 222, 223)의 층 사이에 배치됨에 따라, 각 제1차 및 제2차 시계열 데이터 메모리부(221, 222)가 학습되기 위한 충분한 크기의 loss gradient를 공급할 수 있도록 한다.
- [0057] 보다 구체적으로 설명하면, 제1차 보조 분류부(241)는 이전 층에 배치된 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용함에 따라 제1 보조 분류 특징값을 생성하고, 이렇게 생성된 제1 보조 분류 특징값을 토대로, 제1차 보조 분류부(241)는 제1차 상태 파라미터의 가중치 값들을 변경할 수 있다.
- [0058] 이때, 본 발명에 따른 제1차 내지 제n차 상태 파라미터는 각 층의 복수개의 노드들 각각에 설정되는 임의의 가중치들을 모두 일컫는 용어이다. 예를 들어, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221a, 221b)의 노드가 총 6개라고 할 때, 제1차 상태 파라미터는 서로 다르거나 일부 동일할 수 있는 임의의 가중치 값들을 포함하는 용어로서 해석할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)는 상술한 바와 같이, 제1차 보조 분류부(241)로부터 생성된 제1 보조 분류 특징값을 토대로 제1차 상태 파라미터의 가중치 값들을 변경하는 동작을 수행할 수 있으므로, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)의 제1차 파라미터에 따른 가중치 값들을 빠르게 수렴시킬 수 있다. 즉, 이에 따른 본 발명의 행동 패턴 추론 장치(10)는 빠른 학습을 수행할 수 있어, 사람의 행동패턴을 빠르게 추론할 수 있게 된다. 즉, 제1차 보조 분류부(241)는 각 시계열 데이터 메모리부(221, 222)에서 나오는 중간 결과를 발생시켜 행동 패턴을 분류하는데, 이는 오직 행동 패턴의 학습 과정에서만 작동함으로써 행동 패턴의 학습을 가속화시킨다.
- [0060] 그리고, 제1차 순방향 분류부(231)는 이렇게, 초기 가중치값들에 따른 제1차 상태 파라미터를 기반으로 업데이트된 시계열 데이터들, 또는 제1 보조 분류 특징값을 고려하여 변경된 가중치값들에 따른 제1차 상태 파라미터를 기반으로 업데이트된 시계열 데이터들을 종합하여, 객체의 핵심 위치, 즉, 복수의 관절들 각각의 위치 정보들에 대한 상호 관계를 종합할 수 있다.
- [0061] 다음으로, 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b)는 제1차 순방향 분류부(231)와 연결되어, 상기 제1차 순방향 분류부(231)에서 종합되어 업데이트된 시계열 데이터에 제4차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트할 수 있다. 본 발명의 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b) 역시 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)와 마찬가지로 순방향 노드들로 구성된 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a) 및 역방향 노드들로 구성된 제2차 시계열 데이터 메모리부(222b)를 포함할 수 있다.
- [0062] 그리고, 제2차 순방향 분류부(232)는 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b)와 연결되어, 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b)에서 업데이트된 시계열 비선형 분류하기 위해서 제5차 상태 파라미터를 적용함에 따라 시계열 데이터를 종합하여 업데이트할 수 있다.
- [0063] 또한, 제2차 보조 분류부(242)는 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b)의 학습 성능을 향상시키고, 학습 속도를 가속화시키기 위한 것이다. 제2차 보조 분류부(242)는 제1차 보조 분류부(241)와 같이, 제2차 시계열 데이터 메모리부(222a, 222b)에서 업데이트된 시계열 데이터에 제6차 상태 파라미터를 적용하여 제2 보조 분류 특징값을 생성할 수 있다.
- [0064] 다음으로, 제3차 시계열 데이터 메모리부(223a, 223b)는 제2차 순방향 분류부(232)와 연결되어, 상기 제2차 순방향 분류부(232)에서 종합되어 업데이트된 시계열 데이터에 제7차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트할 수 있다. 본 발명의 제3차 시계열 데이터 메모리부(223a, 223b)도 순방향 노드들로 구성된 제3차 시계열 데이터 메모리부(223a) 및 역방향 노드들로 구성된 제3차 시계열 데이터 메모리부(223b)를 포함할 수 있다.
- [0065] 마지막으로, 본 발명의 실시예에 따른 최후 분류부(250)는 제1차 시계열 데이터 메모리부(221), 제1차 순방향 분류부(231), 제2차 시계열 데이터 메모리부(222) 제2차 순방향 분류부(232) 및 제3차 시계열 데이터 메모리부(223)를 통해 순차적으로 업데이트된 시계열 데이터에 최후 상태 파라미터인 제8차 상태 파라미터를 적용하여 최후 분류 특징값을 생성할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 실시예에 따른 최후 분류 특징값은 최종 분류 결과를 나타내는 결과값으로서, 예컨대, 최후 분류부(250)는 미리 설정된 복수 개의 행동 패턴들에 따른 특징 벡터별 확률 값으로 출력할 수 있다. 예를 들어, 추론

하고자 하는 행동 패턴의 유형이 뛰기(running), 걷기(walking), 차기(kicking) 그리고 흔들기(swing) 이렇게 4가지로 설정되어 있다고 가정하면, 최종 분류부(250)는 뛰기 패턴 유형에 상응하는 특징 벡터의 확률 값, 걷기 패턴 유형에 상응하는 특징 벡터의 확률 값, 차기 패턴 유형에 상응하는 특징 벡터의 확률 값 그리고 흔들기 패턴 유형에 상응하는 특징 벡터의 확률 값이 각각 출력할 수 있다.

- [0067] 이에 따라, 본 발명의 행동 패턴 추론부(300)는 최종 분류부(250)에서 확률 값이 가장 높게 나온 특징 벡터에 상응하는 패턴 유형을 현재 객체의 행동 패턴인 것으로 결정함으로써, 객체에 대한 행동 패턴을 추론할 수 있게 된다.
- [0068] 이하에서는, 도6 내지 도7을 참조하여 행동 패턴 추론 장치(10)를 이용한 행동 패턴 추론 방법에 대하여 설명한다. 도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 행동 패턴 추론 방법을 시간의 흐름에 따라 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- [0069] 먼저, S600 단계에서 위치 정보 획득부(100)는 행동 패턴을 추론하고자 하는 객체의 위치에 대한 위치 정보를 획득한다.
- [0070] 그리고, S610 단계에서 학습부(200)는 상기 획득된 위치 정보를 시계열적인 정보인 시계열 데이터로 입력받아, 객체의 행동 패턴을 분류하기 위하여 시계열 데이터를 시계열적인 상태 파라미터에 따라 업데이트 한다.
- [0071] 그리고, S620 단계에서 행동 패턴 추론부(300)는 학습부(200)에서 업데이트된 시계열 데이터를 이용하여, 객체의 행동 패턴을 추론한다.
- [0072] 도7은 본 발명의 실시예에 따른 학습부에서 수행되는 학습단계를 시간에 흐름에 따라 보다 구체적으로 도시한 흐름도이다. 학습부에서 수행되는 학습단계는 계속해서 변경되는 상태 파라미터를 적용함에 따라 순방향과 역방향으로 데이터가 계속적으로 업데이트되는 동작을 수행하는 것이다. 도7에서는 일 실시예에 따라 순방향으로 업데이트되는 학습 방법만을 다루어 설명한다.
- [0073] 입력부(210)에 상기 획득된 위치 정보가 입력되면, S700 단계에서 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)는 복수개의 논리 게이트들에 적용되는 제1차 상태 파라미터를 상기 시계열 데이터에 적용함에 따라 상기 시계열 데이터를 업데이트한다.
- [0074] 이에 따라, S710 단계에서 제1차 순방향 분류부(231)는 기 설정된 시간 구간 동안 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터를 비선형 분류하기 위해서 제2차 상태 파라미터를 적용하여 업데이트하고, 동시에 S720 단계에서 제1차 보조 분류부(241)는 상기 제1차 시계열 데이터 메모리부에서 업데이트된 시계열 데이터에 제3차 상태 파라미터를 적용하여 제1 보조 분류 특징값을 생성한다.
- [0075] 이때, 제1차 시계열 데이터 메모리부(221)는, S720 단계에서 생성된 제1 보조 분류 특징값을 고려하여 제1차 상태 파라미터를 변경하여 이후 시점에 입력되는 시계열 데이터에 변경된 제1차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트 할 수 있다.
- [0076] 그리고, S730 단계에서 제2차 시계열 데이터 메모리부(222)는 제1차 순방향 분류부(231)에서 업데이트된 시계열 데이터에 제4차 상태 파라미터를 적용함에 따라 업데이트하고, S740 단계에서 최후 분류부(250)는 제2차 시계열 데이터 메모리부(222)에서 업데이트된 시계열 데이터에 최후 상태 파라미터를 적용하여 최후 분류 특징값을 생성할 수 있다.
- [0077] 이에 따라, 행동 패턴 추론부(300)는 S730 단계에서 생성된 최후 분류 특징값을 토대로 객체의 행동 패턴을 추론한다.
- [0078] 도7에서 설명한 학습 단계는 일 실시예 일 뿐이며, 본 발명의 학습 단계는, 학습부(200)의 보다 깊은 신경망 구조로 구현될 수 있는 내부 구성에 따라 추가 동작 단계가 더 이루어질 수 있으며, 추가 동작 단계는 반복되는 동작으로 위에서 상세하게 설명한 바, 여기서는 생략하도록 한다.
- [0079] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 또한, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 USB 메모리, CD 디스크, 플래쉬 메

모리 등과 같은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 기록매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체 등이 포함될 수 있다.

[0080]

이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

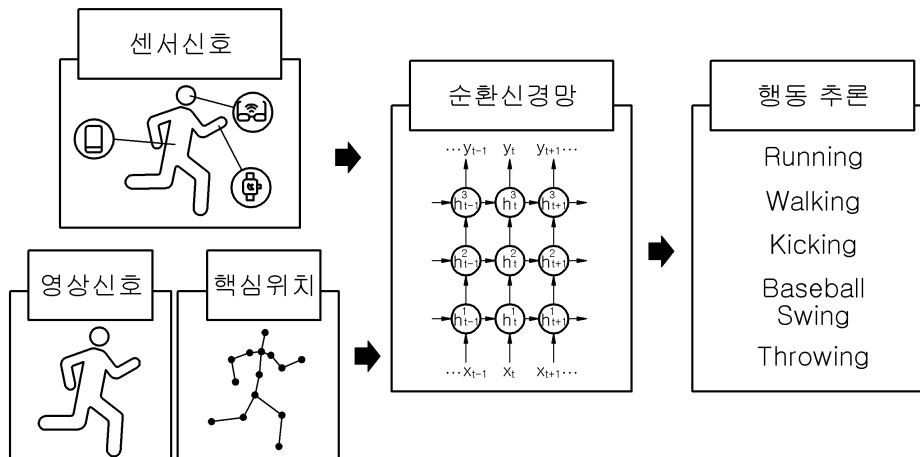
부호의 설명

[0081]

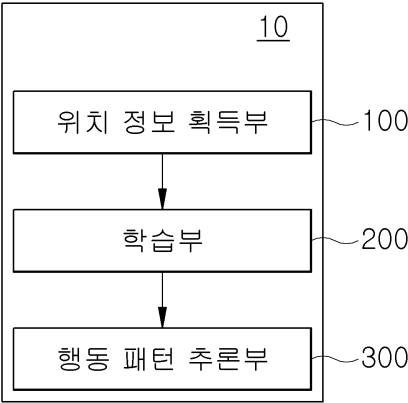
- 10: 행동 패턴 추론 장치
- 100: 위치 정보 획득부
- 200: 학습부
- 210: 입력부
- 220: 시계열 데이터 메모리부
- 230: 순방향 분류부
- 240: 보조 분류부
- 250: 최후 분류부
- 300: 행동 패턴 추론부

도면

도면1

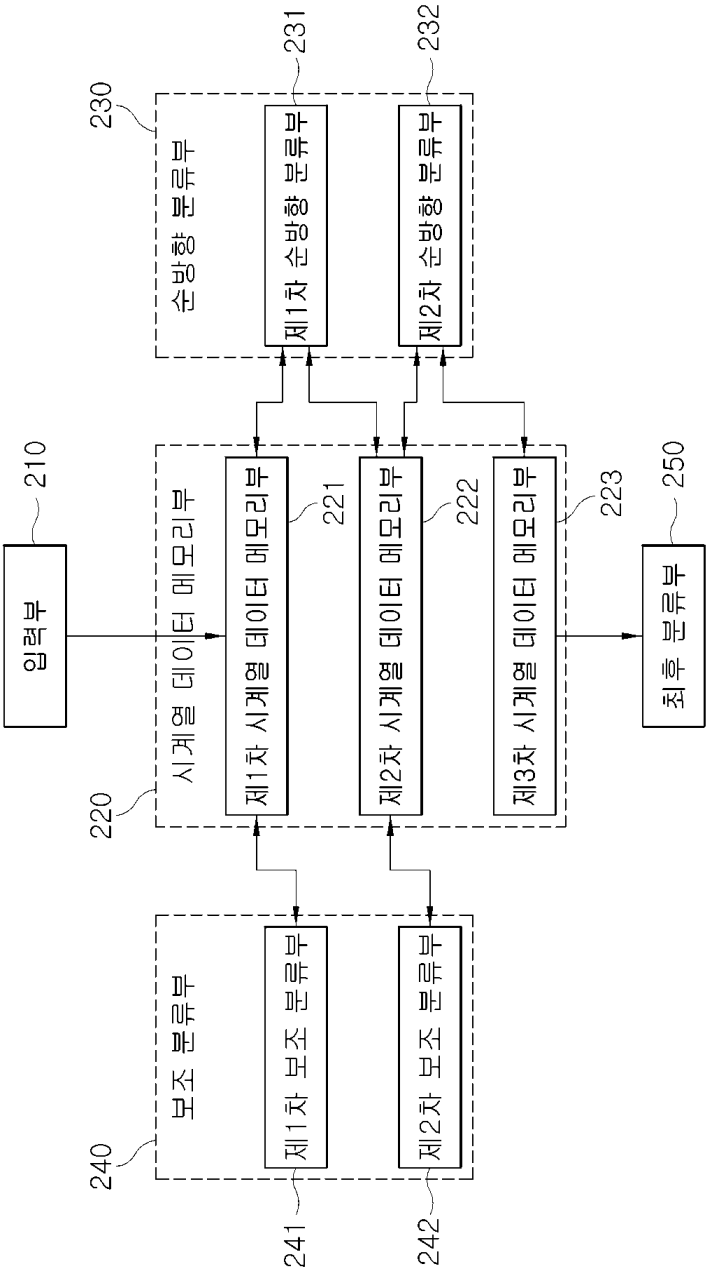


도면2

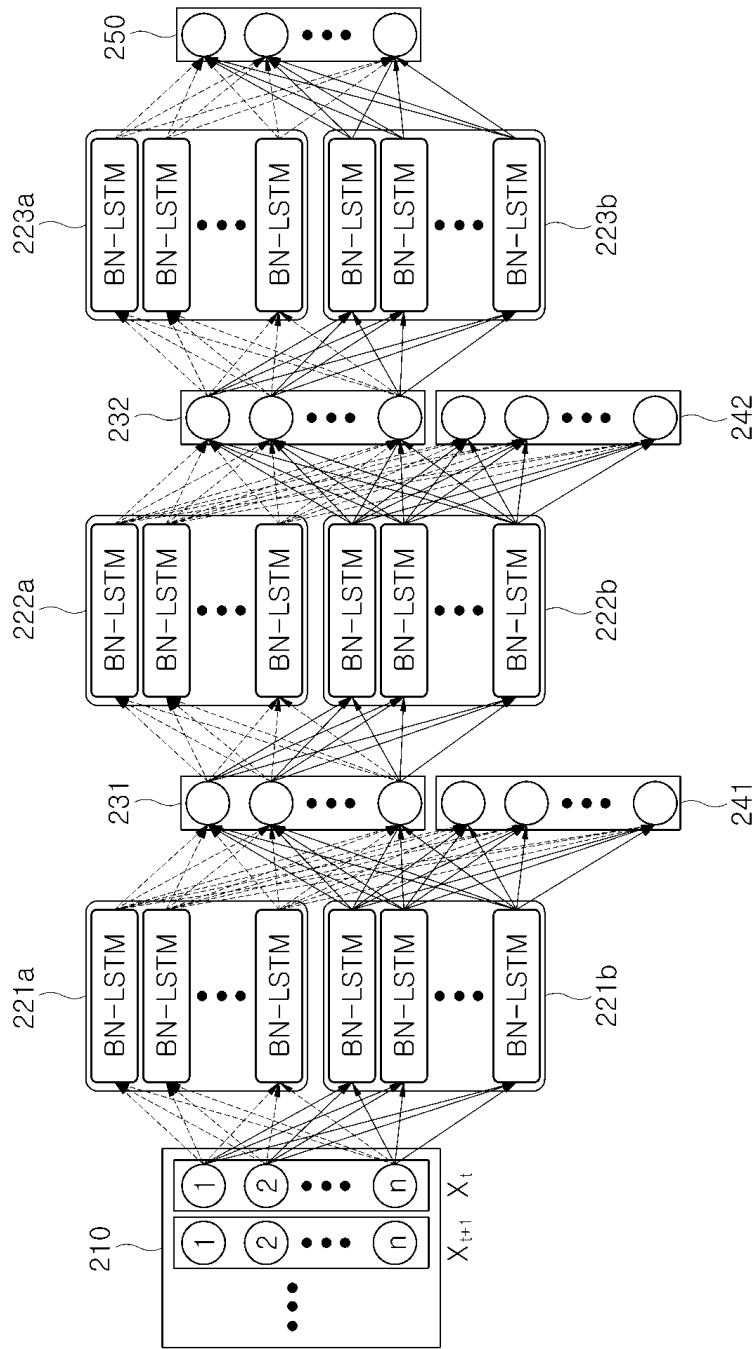


도면3

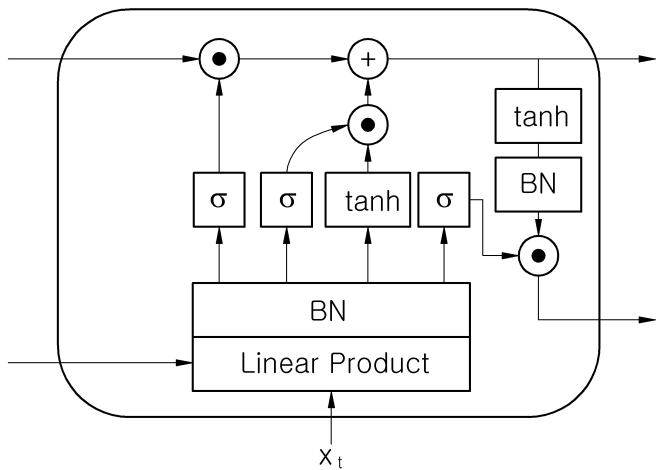
200



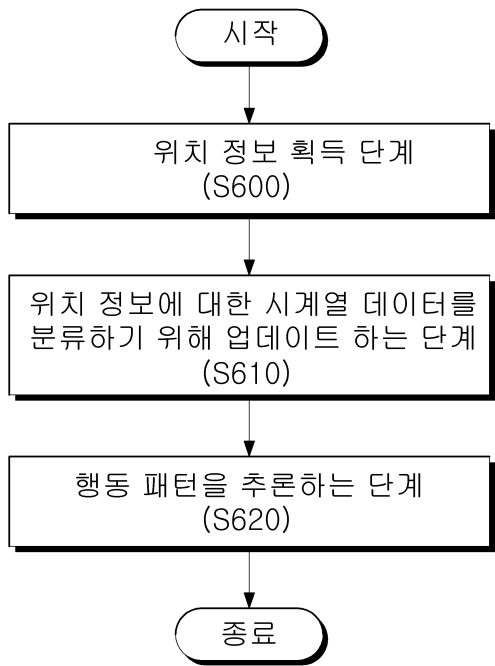
도면4



도면5



도면6



도면7

