



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0100939
(43) 공개일자 2020년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0018933
(22) 출원일자 2019년02월19일
심사청구일자 2019년02월19일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
블루카이트주식회사
경기도 성남시 중원구 사기막골로105번길 27,
비112호(상대원동, 중앙인더스피아3)
(72) 발명자
박형민
서울시 강남구 삼성로 212 3동 1002호
심재별
경기도 부천시 원미로 124번길 23 2층
장홍순
충청북도 증평군 증평읍 삼보로 7로 49
(74) 대리인
이준영

전체 청구항 수 : 총 15 항

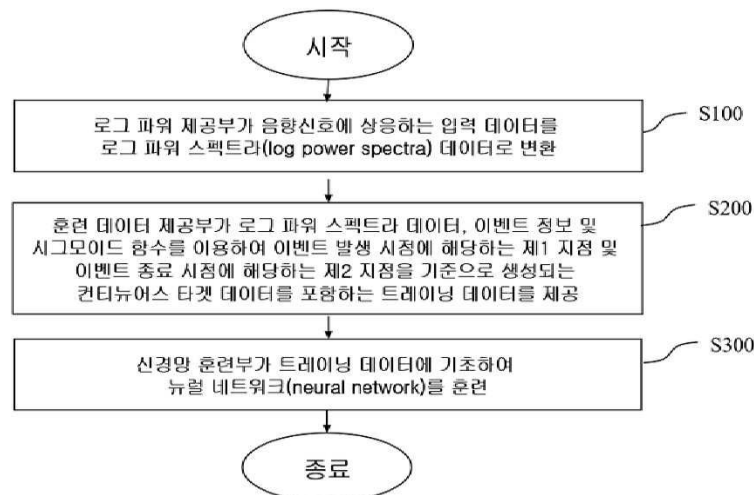
(54) 발명의 명칭 신경망 학습 방법 및 동작 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 신경망 학습 방법에서는, 로그 파워 제공부가 음향신호에 상응하는 입력 데이터를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환한다. 훈련 데이터 제공부가 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공한다. 신경망 훈련부가 트레이닝 데이터에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련한다.

본 발명에 따른 신경망 학습 방법에서는 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 트레이닝 데이터로 변환하여 신경망을 학습함으로써 학습 능력을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

로그 파워 제공부가 음향신호에 대응하는 입력 데이터를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환하는 단계;

훈련 데이터 제공부가 상기 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공하는 단계; 및

신경망 훈련부가 상기 트레이닝 데이터에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련하는 단계를 포함하는 신경망 학습 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점이고,

상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격을 조절하여 상기 뉴럴 네트워크를 훈련시키는 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점이고,

상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격을 조절하여 상기 뉴럴 네트워크를 훈련시키는 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격이 동일한 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격의 값은 상기 뉴럴 네트워크가 동작하기 전에 미리 설정되는 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 신경망 학습 방법은,

테스트부가 테스트 데이터에 기초하여 상기 뉴럴 네트워크를 테스트하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 테스트부의 수행 결과에 따라 상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 신경망 학습 방법.

청구항 8

신경망 훈련부가 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련하는 단계;

상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어가 입력 데이터를 복수 개의 필터들을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터를 제공하는 단계;

글로벌 풀링 블록(global pooling block, GPB)이 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터의 평균 값에 해당하는 평균 데이터를 제공하는 단계; 및

풀 커넥티드 레이어(full connected layer, FCL)가 상기 평균 데이터에 기초하여 연산하고, 결과 데이터를 제공하는 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 컨볼루션 데이터의 평균 값은 제1 데이터 방향을 따라 배열되는 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값인 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 컨볼루션 데이터의 평균 값은 제2 데이터 방향을 따라 배열되는 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값인 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계는,

상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점이고,

상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점이고,

상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격을 조절하고,

상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격을 조절하여 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련시키는 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격은 상기 결과 데이터에 따라 조절되는 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 13

신경망 훈련부가 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural

network, CNN)를 훈련하는 단계;

상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어가 입력 데이터를 복수 개의 필터들을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터를 제공하는 단계;

채널-와이즈 글로벌 웨이트 에버리지 풀링 블록(channel-wise global weighted average pooling block, WAPB)이 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터에 가중치를 곱하여 합산한 가중합산 데이터를 제공하는 단계; 및

풀 커넥티드 레이어(full connected layer, FCL)가 상기 가중합산 데이터에 기초하여 연산하고, 결과 데이터를 제공하는 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계는,

상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점이고,

상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점이고,

상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격 및 상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격은 상기 결과 데이터에 따라 조절되는 것을 특징으로 하는 컨볼루션 신경망 동작 방법.

청구항 15

음향신호에 상응하는 입력 데이터를 로그 파워 스펙트럼(log power spectra) 데이터로 변환하는 로그 파워 제공부;

상기 로그 파워 스펙트럼 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공하는 훈련 데이터 제공부; 및

상기 트레이닝 데이터에 기초하여 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련하는 신경망 훈련부를 포함하는 신경망 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신경망 학습 방법 및 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실시간 교통사고 감지 및 효율적인 사고 대처를 위해서는 도로 교통 상황 모니터링의 자동화가 필수적이다. 이를 위해 영상 정보를 활용하는 것보다 음향 정보를 활용하는 것이 효율적인데, 그 이유는 영상 정보는 음향 정보에 비해 많은 용량의 메모리가 필요하기 때문이다. 도로에서 차량 충돌이나 타이어 스키딩으로 나타나는 이상 소리를 검출함으로써 신속하게 교통사고 발생 여부를 판단할 수 있고 이와 관련하여 다양한 연구가 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) (한국등록특허) 제10-1845769호 (등록일자, 2018.3.30)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터로 뉴럴 네트워크를 학습시킴으로써 학습 능력을 향상시키는 신경망 학습 방법을 제공하는 것이다.
- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 global pooling block을 이용하여 컨볼루션 신경망에서의 연산량을 감소시키는 컨볼루션 신경망 동작 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 channel-wise global weighted average pooling block을 이용하여 컨볼루션 신경망에서의 연산량을 감소시키고, 정확도를 높이는 컨볼루션 신경망 동작 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 신경망 학습 방법에서는, 로그 파워 제공부가 음향 신호에 상응하는 입력 데이터를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환한다. 훈련 데이터 제공부가 상기 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공한다. 신경망 훈련부가 상기 트레이닝 데이터에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련한다.
- [0008] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점이고, 상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격을 조절하여 상기 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점이고, 상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격을 조절하여 상기 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격이 동일할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격의 값은 상기 뉴럴 네트워크가 동작하기 전에 미리 설정될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 신경망 학습 방법은 테스트부가 테스트 데이터에 기초하여 상기 뉴럴 네트워크를 테스트하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 테스트부의 수행 결과에 따라 상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격을 조절할 수 있다.
- [0014] 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는, 신경망 훈련부가 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련할 수 있다. 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어가 입력 데이터를 복수 개의 필터들을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터를 제공할 수 있다. 글로벌 풀링 블록(global pooling block, GPB)이 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터의 평균 값에 해당하는 평균데이터를 제공할 수 있다. 풀 커넥티드 레이어(full connected layer, FCL)가 상기 평균데이터에 기초하여 연산하고, 결과데이터를 제공할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값은 제1 데이터 방향을 따라 배열되는 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값일 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값은 제2 데이터 방향을 따라 배열되는 상기 컨볼루션 데이터의 평균 값일 수 있다.

- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계에서는, 상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점일 수 있다. 상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점일 수 있다. 상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격을 조절할 수 있다. 상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격을 조절하여 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 사이간격 및 상기 제2 사이간격은 상기 결과데이터에 따라 조절될 수 있다.
- [0019] 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는, 신경망 훈련부가 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련할 수 있다. 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어가 입력데이터를 복수 개의 필터들을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터를 제공할 수 있다. 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(channel-wise global weighted average pooling block, WAPB)이 상기 필터들의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터에 가중치를 곱하여 합산한 가중합산 데이터를 제공할 수 있다. 풀 커넥티드 레이어(full connected layer, FCL)가 상기 가중합산 데이터에 기초하여 연산하고, 결과데이터를 제공할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에 있어서, 상기 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계에서는, 상기 제1 지점을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점이고, 상기 제2 지점을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향으로 상기 트레이닝 데이터의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점이고, 상기 제1 지점 및 상기 제1 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격 및 상기 제2 지점 및 상기 제2 제로지점 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격은 상기 결과데이터에 따라 조절될 수 있다.
- [0021] 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 신경망 장치는 로그 파워 제공부, 훈련 데이터 제공부 및 신경망 훈련부를 포함할 수 있다. 로그 파워 제공부는 음향신호에 상응하는 입력 데이터를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환할 수 있다. 훈련 데이터 제공부는 상기 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공할 수 있다. 신경망 훈련부는 상기 트레이닝 데이터에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련할 수 있다.
- [0022] 위에서 언급된 본 발명의 기술적 과제 외에도, 본 발명의 다른 특징 및 이점들이 이하에서 기술되거나, 그러한 기술 및 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

- [0023] 이상과 같은 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0024] 본 발명에 따른 신경망 학습 방법에서는 로그 파워 스펙트라 데이터, 이벤트 정보 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터를 포함하는 트레이닝 데이터로 뉴럴 네트워크를 학습시킴으로써 학습 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는 global pooling block을 이용하여 컨볼루션 신경망에서의 연산량을 감소시킬 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는 channel-wise global weighted average pooling block을 이용하여 컨볼루션 신경망에서의 연산량을 감소시키고, 정확도를 높일 수 있다.
- [0027] 이 밖에도, 본 발명의 실시 예들을 통해 본 발명의 또 다른 특징 및 이점들이 새롭게 파악될 수도 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 신경망 학습 방법을 나타내는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 신경망 학습 장치를 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1의 신경망 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예를 나타내는 신경망 학습 장치를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 장치를 나타내는 도면이다.

도 8은 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 컨볼루션 레이어의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 글로벌 풀링 블록의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 풀 커넥티드 레이어의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

도 12는 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 장치를 나타내는 도면이다.

도 13은 도 11의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 채널-와이즈 글로벌 웨이트 에버리지 풀링 블록의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시예들에 따른 신경망을 테스트하는 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 명세서에서 각 도면의 구성 요소들에 참조번호를 부가함에 있어서 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다.

[0030] 한편, 본 명세서에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.

[0031] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 정의하지 않는 한, 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하는 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다.

[0032] "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 이하, 첨부되는 도면을 참고하여 상기 문제점을 해결하기 위해 고안된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대해 상세히 설명한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 신경망 학습 방법을 나타내는 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 신경망 학습 장치를 나타내는 도면이고, 도 3은 도 1의 신경망 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 1 내지 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 신경망 장치(10)는 로그 파워 제공부(100), 훈련 데이터 제공부(200) 및 신경망 훈련부(300)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 신경망 학습 방법에서는, 로그 파워 제공부(100)가 음향신호에 상응하는 입력 데이터(IND)를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터(LPSP)로 변환할 수 있다(S100). 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSP)는 입력 데이터(IND)에 상응하는 로그 파워 값일 수 있다. 훈련 데이터 제공부(200)가 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSP), 이벤트 정보(EI) 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B) 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터(TRD)를 제공할 수 있다(S200). 이벤트 정보(EI)는 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B)에 대한 정보 및 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 트레이닝 데이터(TRD)는 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSP) 및 컨티뉴어스 타겟 데이터(CTD)를 포함할 수 있다. 훈련 데이터 제공부(200)는 제1 지점(B) 및 제2 지점(E)을 기준으로 시그모이드 함수를 이용하여 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터(TRD)를 생성할 수 있다. 신경망 훈련부(300)가 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련할 수 있다(S300). 시그모이드 함수를 이용하여 변환된 트레이닝 데이터(TRD)로 뉴럴 네트워크를 학습하는 경우, 학습능력을 향상시킬 수 있다. 뉴럴 네트워크란 DNN, RNN, CNN 등 학습 가능한 모든

신경망을 포함할 수 있다.

[0036] 예를 들어, 제1 지점(B)을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향(D1)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점(VB)일 수 있다. 제1 지점(B) 및 제1 제로지점(VB) 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격(BD1)을 조절하여 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다.

[0037] 또한, 예를 들어, 제2 지점(E)을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향(D2)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점(VE)일 수 있다. 제2 지점(E) 및 제2 제로지점(VE) 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격(BD2)을 조절하여 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다. 일 실시예에 있어서, 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)이 동일할 수 있다.

[0038] 도 3에 도시되는 그래프는 이벤트 정보로부터 시그모이드 함수를 이용하여 continuous target 데이터를 추출하는 과정을 나타내고, 아래와 같은 수식으로 표현될 수 있다.

[0039] [수학식 1]

$$h(t) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \exp(-4/\tau(t-B))}, & VB \leq t < B + \tau \\ \frac{1}{1 + \exp(4/\tau(t-B))}, & E - \tau \leq t < VE \end{cases}$$

[0040]

$$\tau = \begin{cases} \frac{E-B}{4}, & 2T \geq E-B \\ T, & otherwise \end{cases}$$

[0041]

[0042] [수학식 2]

$$VB = \max[0, B - \tau]$$

$$VE = \min[L, E + \tau]$$

[0043]

[0044] 여기서, t는 시간, B는 제1 지점, E는 제2 지점 VB는 제1 제로지점, VE는 제2 제로지점, T는 상수를 나타낼 수 있다.

[0045] 일 실시예에 있어서, 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)의 값은 뉴럴 네트워크가 동작하기 전에 미리 설정될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)의 값을 미리 설정한 값으로 뉴럴 네트워크가 동작하기 전에 미리 설정할 수 있다.

[0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예를 나타내는 신경망 학습 장치를 나타내는 도면이다.

[0047] 도 1, 4 및 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 신경망 장치(10)는 로그 파워 제공부(100), 훈련 데이터 제공부(200), 신경망 훈련부(300) 및 테스트부(400)를 포함할 수 있다. 신경망 학습 방법에서는, 로그 파워 제공부(100)가 음향신호에 상응하는 입력 데이터(IND)를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환할 수 있다(S100). 훈련 데이터 제공부(200)가 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSD), 이벤트 정보(EI) 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B) 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터를 제공할 수 있다(S200). 이벤트 정보(EI)는 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B)에 대한 정보 및 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 트레이닝 데이터(TRD)는 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSD) 및 컨티뉴어스 타겟 데이터(CTD)를 포함할 수 있다. 신경망 훈련부(300)가 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련할 수 있다(S300). 일 실시예에 있어서, 신경망 학습 방법은 테스트부(400)가 테스트 데이터(TSD)에 기초하여 뉴럴 네트워크를 테스트하는 단계(S310)를 더 포함할 수 있다.

[0048] 일 실시예에 있어서, 테스트부(400)의 수행 결과에 따라 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)을 조절할 수 있다. 예를 들어, 테스트부(400)는 뉴럴 네트워크를 테스트하기 위하여 테스트 데이터(TSD)를 제공할 수 있다. 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 학습된 뉴럴 네트워크는 테스트부(400)로부터 제공되는 테스트 데이터(TSD)에 기초하여 테스트될 수 있다. 테스트부(400)의 수행 결과에 따라 시그모이드 함수의 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)이 조절될 수 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 나타내는 순서도이고, 도 7은 본 발명의 실시

예들에 따른 컨볼루션 신경망 장치를 나타내는 도면이다.

- [0050] 도 6 및 7을 참조하면, 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 장치(30)는 신경망 훈련부(300), 컨볼루션 레이어(600), 글로벌 풀링 블록(global pooling block, GPB)(700), 풀 커넥티드 레이어(900)(full connected layer, FCL)를 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는, 신경망 훈련부(300)가 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSPD), 이벤트 정보(EI) 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B) 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련할 수 있다(S1000). 컨볼루션 신경망 학습 방법은 앞에서 설명한 바와 같이, 도 1 내지 5의 내용을 참조할 수 있다.
- [0051] 도 8은 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 컨볼루션 레이어의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 도 8을 참조하면, 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어(600)가 입력 데이터(IND)를 복수 개의 필터들(W)을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 필터들(W)의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터(CD)를 제공할 수 있다(S2000).
- [0053] 예를 들어, 입력 데이터(IND)는 시간정보(T), 주파수정보(F) 및 마이크 어레이 정보(N)를 포함할 수 있다. 입력 데이터(IND)는 제1 입력 데이터(IND1) 내지 제K(K은 자연수) 입력 데이터를 포함할 수 있다. 제1 입력 데이터(IND1)는 제1 마이크로로부터 제공되는 시간에 따른 주파수 정보를 포함할 수 있다. 또한, 제2 입력 데이터는 제2 마이크로로부터 제공되는 시간에 따른 주파수 정보를 포함할 수 있다. 동일한 방식으로 제K 입력 데이터는 제K 마이크로로부터 제공되는 시간에 따른 주파수 정보를 포함할 수 있다. 입력 데이터(IND)는 복수 개의 필터들(W)과 컨볼루션을 수행하여 필터들(W)의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터(CD)를 제공할 수 있다. 컨볼루션 데이터(CD)는 제1 컨볼루션 데이터 내지 제N(N는 자연수) 컨볼루션 데이터를 포함할 수 있다. N는 필터들(W)의 개수와 동일할 수 있다.
- [0054] 도 9는 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 글로벌 풀링 블록의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0055] 도 9를 참조하면, 글로벌 풀링 블록(700)(global pooling block, GPB)이 필터들(W)의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터(CD)의 평균 값에 해당하는 평균 데이터(AD)를 제공할 수 있다(S3000).
- [0056] 예를 들어, 컨볼루션 데이터(CD)는 제1 컨볼루션 데이터 내지 제N(N는 자연수) 컨볼루션 데이터를 포함할 수 있다. 복수의 필터들(W) 중 제1 필터(W1)를 이용하여 컨볼루션을 수행한 결과는 제1 컨볼루션 데이터(CD1)일 수 있다. 제1 컨볼루션 데이터(CD1)에 포함되는 데이터들의 평균한 값은 평균 데이터(AD)일 수 있다. 동일한 방식으로 컨볼루션 데이터(CD)를 평균한 값을 구하면, N개의 평균 데이터(AD)를 구할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 컨볼루션 데이터(CD)의 평균 값은 제1 데이터 방향(DD1)을 따라 배열되는 컨볼루션 데이터(CD)의 평균 값일 수 있고, 컨볼루션 데이터(CD)의 평균 값은 제2 데이터 방향(DD2)을 따라 배열되는 컨볼루션 데이터(CD)의 평균 값일 수 있다.
- [0057] 도 10은 도 6의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 풀 커넥티드 레이어의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0058] 도 10을 참조하면, 풀 커넥티드 레이어(900)(full connected layer, FCL)가 평균 데이터(AD)에 기초하여 연산하고, 결과 데이터(RD)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 글로벌 풀링 블록(700)으로부터 제공되는 N개의 평균 데이터(AD)는 풀 커넥티드 레이어(900)에 포함되는 N개의 입력노드에 제공될 수 있다. N개의 평균 데이터(AD)가 풀 커넥티드 레이어(900)에 포함되는 N개의 입력노드에 제공되는 경우, 히든 레이어에 포함되는 노드들을 통해서 연산을 수행하고, 결과 데이터(RD)가 제공될 수 있다. 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 사용하는 경우, 글로벌 풀링 블록(700)의 동작을 통해서 풀 커넥티드 레이어의 입력노드를 줄일 수 있어, 컨볼루션 신경망의 연산량은 줄일 수 있다는 장점이 있다.
- [0059] 일 실시예에 있어서, 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계에서는, 제1 지점(B)을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향(D1)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점(VB)일 수 있다. 제2 지점(E)을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향(D2)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점(VE)일 수 있다. 제1 지점(B) 및 제1 제로지점(VB) 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격(BD1)을 조절할 수 있다. 제2 지점(E) 및 제2 제로지점(VE) 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격(BD2)을 조절하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련시킬 수 있다. 예를 들어, 제1 사이간격(BD1) 및 제2 사이간격(BD2)은 결과 데이터(RD)에 따라 조절될 수 있다.

- [0060] 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 나타내는 순서도이고, 도 12는 본 발명의 실시예들에 따른 컨볼루션 신경망 장치를 나타내는 도면이다.
- [0061] 도 11 및 12를 참조하면, 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 장치(10)는 신경망 훈련부(300), 컨볼루션 레이어(600), 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(800)(channel-wise global weighted average pooling block, WAPB), 풀 커넥티드 레이어(900)(full connected layer, FCL)를 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법에서는, 신경망 훈련부(300)가 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSPD), 이벤트 정보(EI) 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B) 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 컨볼루션 뉴럴 네트워크(convolution neural network, CNN)를 훈련할 수 있다(S1100). 컨볼루션 뉴럴 네트워크에 포함되는 컨볼루션 레이어(600)가 입력 데이터(IND)를 복수 개의 필터들(W)을 이용하여 컨볼루션을 수행하고, 필터들(W)의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터(CD)를 제공할 수 있다(S2100).
- [0062] 도 13은 도 11의 컨볼루션 신경망 동작 방법에 포함되는 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 도 13을 참조하면, 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(800)(channel-wise global weighted average pooling block, WAPB)이 필터들(W)의 각각에 상응하는 컨볼루션 데이터(CD)에 가중치(WT)를 곱하여 합산한 가중합산 데이터(WZ)를 제공할 수 있다(S3100).
- [0064] 예를 들어, 앞서 도 9에서 설명한 바와 같이, 컨볼루션 데이터(CD)는 제1 컨볼루션 데이터(CD1) 내지 제N(N는 자연수) 컨볼루션 데이터를 포함할 수 있다. 복수의 필터들(W) 중 제1 필터(W1)를 이용하여 컨볼루션을 수행한 결과는 제1 컨볼루션 데이터(CD1)일 수 있다. 제1 컨볼루션 데이터에 포함되는 데이터들과 각각에 상응하는 가중치(WT) 값을 곱하여 합산한 값은 가중합산 데이터(WZ)일 수 있다. 동일한 방식으로 컨볼루션 데이터(CD)와 가중치(WT)를 곱하여 합산한 값을 구하면, N개의 가중합산 데이터(WZ)를 구할 수 있다. 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(800)에서 제공되는 가중치(WT)는 컨볼루션 뉴럴 네트워크가 학습하는 동안 최적의 값으로 업데이트 될 수 있다.
- [0065] 풀 커넥티드 레이어(900)(full connected layer, FCL)가 가중합산 데이터(WZ)에 기초하여 연산하고, 결과 데이터(RD)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(800)으로부터 제공되는 N개의 가중합산 데이터(WZ)는 풀 커넥티드 레이어(900)에 포함되는 N개의 입력노드에 제공될 수 있다. N개의 가중합산 데이터(WZ)가 풀 커넥티드 레이어(900)에 포함되는 N개의 입력노드에 제공되는 경우, 히든 레이어에 포함되는 노드들을 통해서 연산을 수행하고, 결과 데이터(RD)가 제공될 수 있다. 본 발명에 따른 컨볼루션 신경망 동작 방법을 사용하는 경우, 채널-와이즈 글로벌 웨이트드 에버리지 풀링 블록(800)의 동작을 통해서 풀 커넥티드 레이어의 입력노드를 줄일 수 있어, 컨볼루션 신경망의 연산량은 줄일 수 있고, 정확도도 높일 수 있다.
- [0066] 일 실시예에 있어서, 컨볼루션 뉴럴 네트워크를 훈련하는 단계에서는, 제1 지점(B)을 기준으로 시간 축 상에 제1 방향(D1)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제1 제로지점(VB)이고, 제2 지점(E)을 기준으로 시간 축 상에 제2 방향(D2)으로 트레이닝 데이터(TRD)의 값이 최초로 0이 되는 지점은 제2 제로지점(V E)이고, 제1 지점(B) 및 제1 제로지점(VB) 사이의 간격에 해당하는 제1 사이간격(BD1) 및 제2 지점(E) 및 제2 제로지점(VE) 사이의 간격에 해당하는 제2 사이간격(BD2)은 결과 데이터(RD)에 따라 조절될 수 있다.
- [0067] 도 1 및 2를 참조하면, 발명의 실시예에 따른 신경망 장치(10)는 로그 파워 제공부(100), 훈련 데이터 제공부(200) 및 신경망 훈련부(300)를 포함할 수 있다. 로그 파워 제공부(100)는 음향신호에 상응하는 입력 데이터(IND)를 로그 파워 스펙트라(log power spectra) 데이터로 변환할 수 있다. 훈련 데이터 제공부(200)는 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSPD), 이벤트 정보(EI) 및 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 이벤트 발생 시점에 해당하는 제1 지점(B) 및 상기 이벤트 종료 시점에 해당하는 제2 지점(E)을 기준으로 생성되는 컨티뉴어스(continuous) 타겟 데이터(CTD)를 포함하는 트레이닝 데이터(TRD)를 제공할 수 있다. 신경망 훈련부(300)는 트레이닝 데이터(TRD)에 기초하여 뉴럴 네트워크(neural network)를 훈련할 수 있다. 본 발명에 따른 신경망 장치(10)에서는 로그 파워 스펙트라 데이터(LPSPD)를 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 트레이닝 데이터(TRD)로 변환하여 신경망을 학습함으로써 학습 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0068] 도 14는 본 발명의 실시예들에 따른 신경망을 테스트하는 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0069] 도 14를 참조하면, 테스트 데이터 제공부가 로그 파워 스펙트라 데이터와

[0070] 바이너리 타겟 데이터를 포함한 테스트 데이터를 제공할 수 있다(S1200). 훈련된 신경망 모델에 로그 파워 스펙트럼 데이터가 입력될 수 있다(S2200). 훈련된 신경망 모델의 출력이 상수 p 이상일 경우 1을 출력, p 미만일 경우 0을 출력할 수 있다(S3200). 최종 출력 값과 바이너리 타겟 데이터를 비교하여 테스트할 수 있다(S4200).

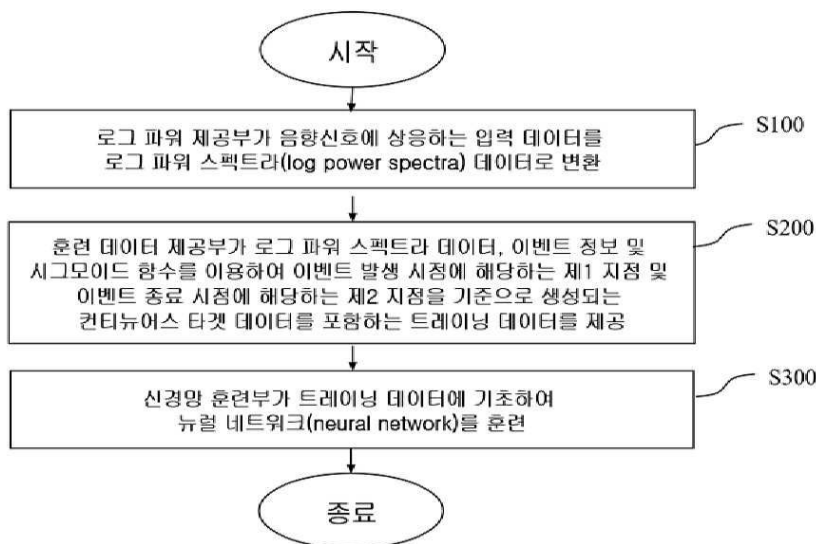
[0071] 여기서는 continuous target을 이용하지 않고 binary target을 이용함으로써 기존 binary target과 동일한 테스트를 진행할 수 있다. 대신 최종 output은 훈련된 모델의 output(이 때는 0~1 사이의 확률로서 출력)이 일정 값 p 이상일 때 1을, 미만일 때 0을 반환될 수 있다.

부호의 설명

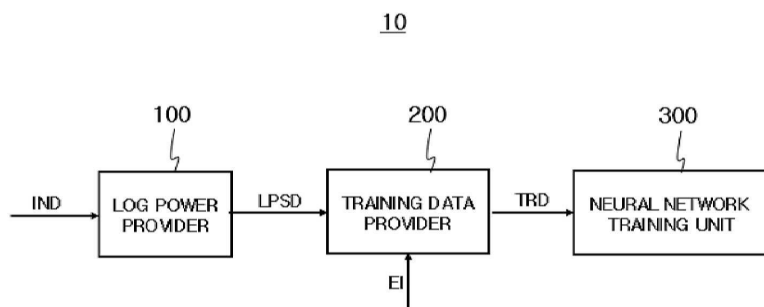
[0072] 100: 로그 파워 제공부 200: 훈련 데이터 제공부
300: 신경망 훈련부 400: 테스트부
600: 컨볼루션 레이어 700: 글로벌 풀링 블록
800: 채널-와이즈 글로벌 웨이트 에버리지 풀링 블록
900: 풀 커넥티드 레이어

도면

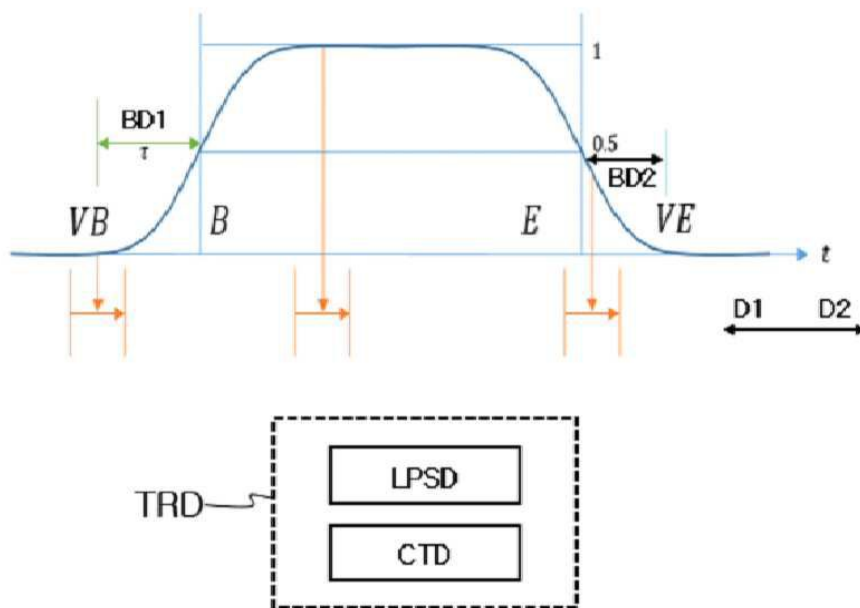
도면1



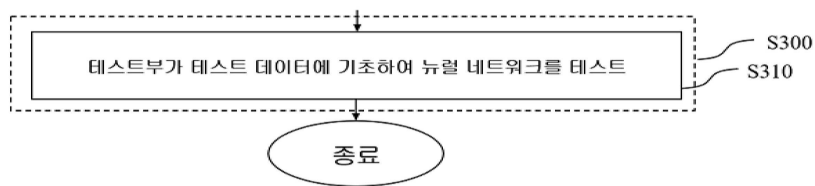
도면2



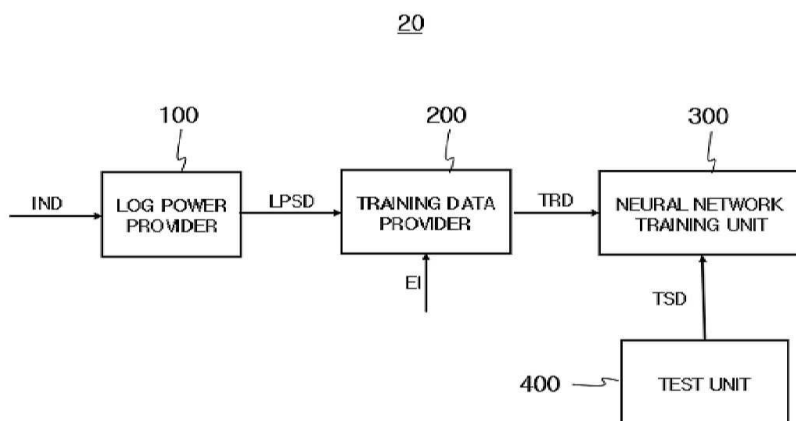
도면3



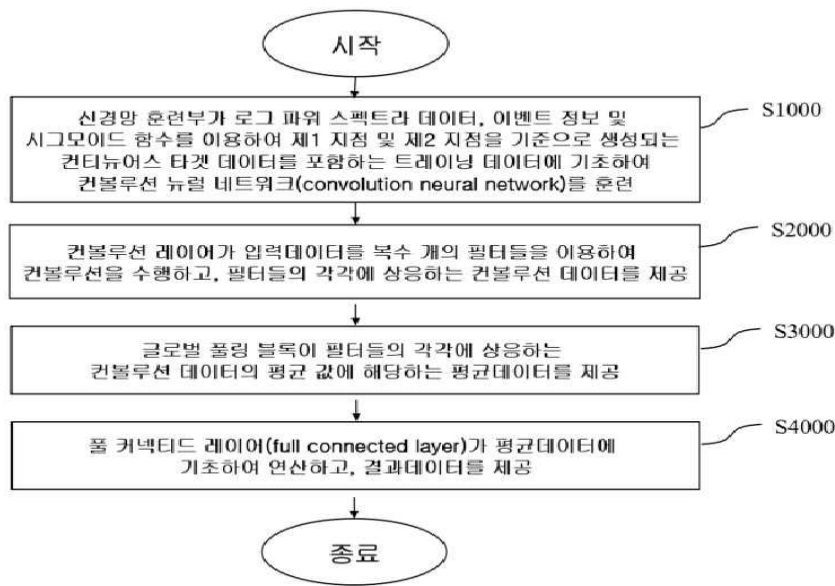
도면4



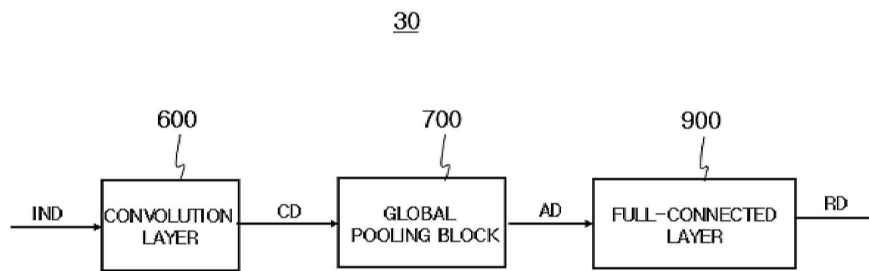
도면5



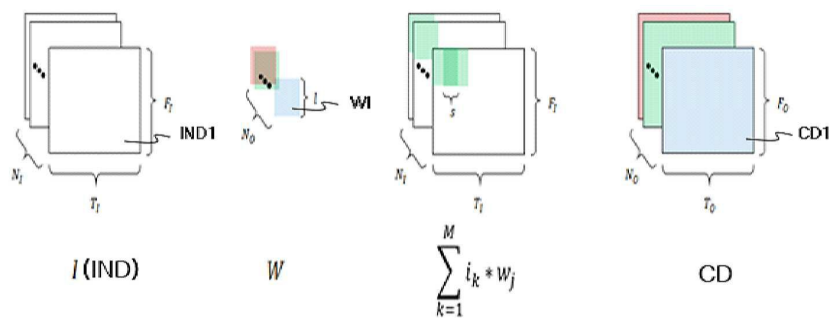
도면6



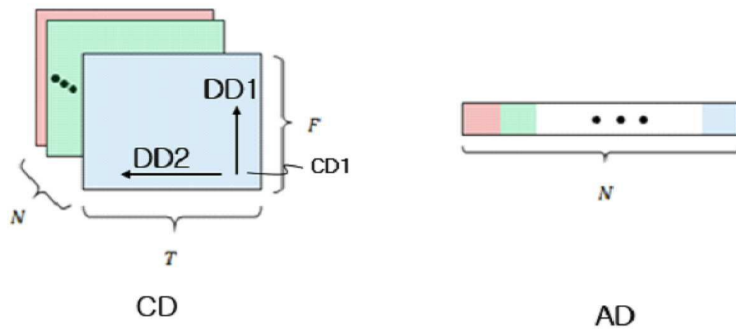
도면7



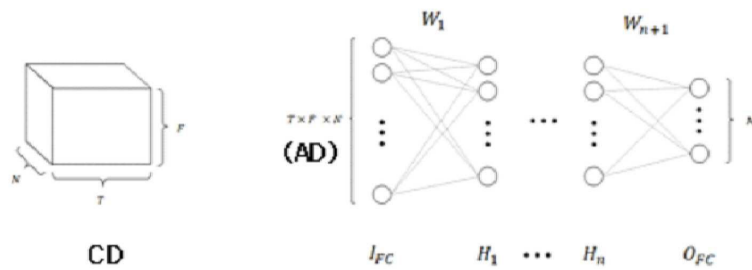
도면8



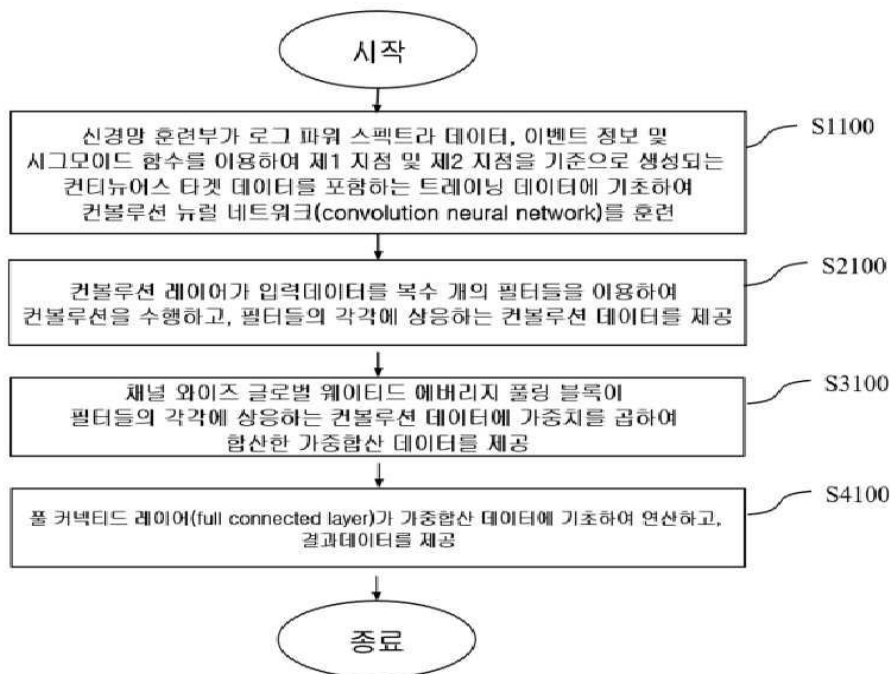
도면9



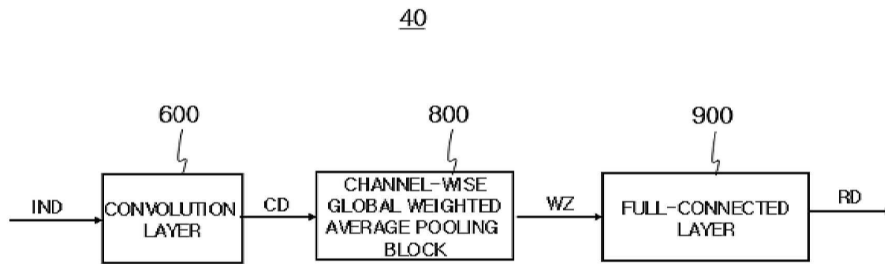
도면10



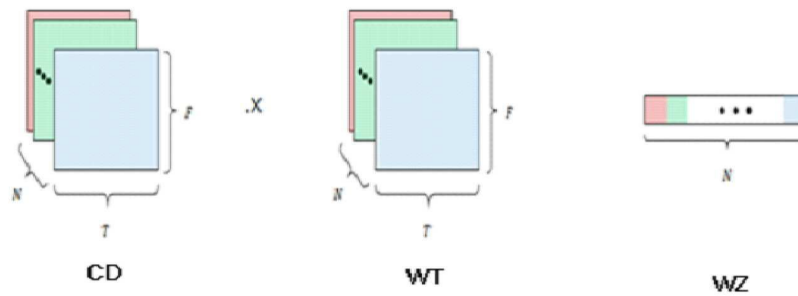
도면11



도면12



도면13



도면14

