(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0102794
(43) 공개일자 2024년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/40 (2024.01) *G06F 21/31* (2013.01)
G06N 3/045 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06T 3/4053 (2024.01)
G06F 21/31 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0071634
(22) 출원일자 2023년06월02일
심사청구일자 2023년06월02일
(30) 우선권주장
1020220182457 2022년12월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 해송로 70 송도웰카운티2단지 209동 805호
(74) 대리인
특허법인시공

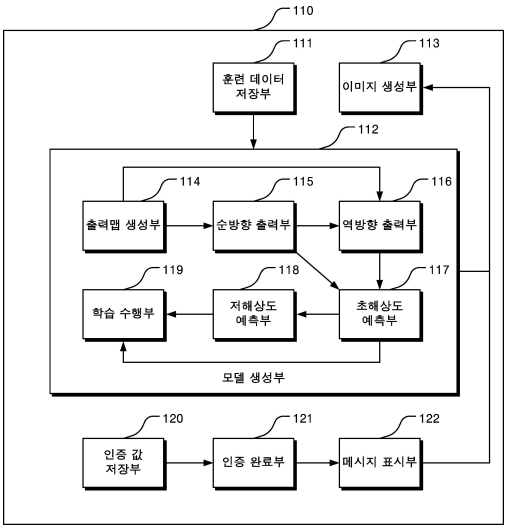
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **딥러닝 기반의 이미지 초해상화가 가능한 전자 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

본 발명은 딥러닝 기반의 이미지 초해상화(super-resolution)가 가능한 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게, 낮은 해상도의 이미지로부터 고해상도의 이미지를 획득할 수 있도록 지원할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 3/045 (2023.01)
G06T 3/4046 (2024.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부;

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도(super-resolution) 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성하는 모델 생성부; 및

상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 이미지 생성부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델 생성부는

상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나인 제1 훈련용 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 이미지에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 이미지를, T(T는 3이상의 자연수임)개의 합성곱(Convolution)층들에 각각 통과시켜 T개의 출력맵들을 생성하는 출력맵 생성부;

상기 T개의 출력맵들 각각을, 각 출력맵을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제1 크로스-러닝 피드백 블록(Cross-learning Feedback Block: CFB)들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 순방향 출력들을 생성하는 순방향 출력부;

상기 T개의 순방향 출력들 각각을, 각 순방향 출력을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 역방향 출력들을 생성하는 역방향 출력부;

상기 T개의 순방향 출력들과 상기 T개의 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 디컨볼루션(Deconvolution)층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 훈련용 이미지에 대해 바이큐빅(bicubic) 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 제1 초해상도 예측 이미지를 생성하는 초해상도 예측부;

상기 제1 초해상도 예측 이미지를 합성곱층에 통과시켜 다운샘플링을 수행함으로써, 제1 저해상도 예측 이미지를 생성하는 저해상도 예측부; 및

상기 제1 초해상도 예측 이미지와 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는, 상기 제1 훈련용 이미지에 대응되는 제1 고해상도 변환 이미지 간의 제1 오차와, 상기 제1 저해상도 예측 이미지와 상기 제1 훈련용 이미지 간의 제2 오차의 가중합(weighted sum)이 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 학습 수행부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 T개의 제1 CFB들과 상기 T개의 제2 CFB들 각각은,

5개의 잔차 어텐션 블록들(Residual Attention Block: RAB)들이 서로 연결된 제1 연결 블록과, 3개의 RAB들이 서로 연결된 제2 연결 블록으로 구성되어 있는 블록으로서, 입력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 인가되도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 5번째 RAB의 출력을 최종 출력으로 산출하도록 구성되어 있고, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB를 통한 출력이 산출되면, 산출된 출력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2번째 RAB에 입력으로 인가되도록 함과 동시에, 산출된 출력이 업샘플링되어 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 입력으로 인가되도록 구성되어 있으며, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3, 4, 5번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되되, 3, 4번째 RAB는 각각, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1, 2번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있고, 5번째 RAB는, 2, 3번째 RAB의 출력과 상기 제2 연결 블록을 구성하는 3번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있으며, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB의 출력이 업샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 RAB는

입력을 합성곱층과 채널 어텐션 모듈 및 공간 어텐션 모듈에 순차적으로 통과시켜 출력을 생성한 후, 생성된 출력과 입력 간의 잔차 연결을 통해 최종 출력을 산출하도록 구성된 블록인 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 이미지 생성부는

상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가함으로써, 상기 제1 실제 이미지를, 상기 T개의 합성곱층들에 각각 통과시켜 T개의 실제 출력맵들을 생성하고, 상기 T개의 실제 출력맵들 각각을, 상기 T개의 제1 CFB들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 순방향 출력들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 순방향 출력들 각각을, 상기 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 실제 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 역방향 출력들을 생성한 다음, 상기 T개의 실제 순방향 출력들과 상기 T개의 실제 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 상기 디컨볼루션층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 실제 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 실제 이미지에 대해 바이큐빅 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 초해상화 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증 값 - 상기 인증 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 사용자에 대해 사전 발급된 q(q는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 결과 값으로

구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산이 수행되어 생성된 결과 값임 - 이 저장되어 있는 인증 값 저장부;

상기 모델 생성부를 통해, 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자로부터 상기 초해상화 모델의 이용을 위한 사용자 인증 요청 명령이 인가되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 사용자 식별번호와 비밀번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 사용자 식별번호와 상기 제1 비밀번호가 입력되면, 상기 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산을 수행함으로써, 검증 값을 생성한 후, 상기 검증 값이 상기 인증 값과 일치하는지 확인하여, 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 인증 완료부; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 화면 상에, 사용자 인증이 완료되었음을 지시하는 메시지를 표시함과 동시에, 상기 초해상화 모델의 이용을 위한, 실제 이미지를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시하는 메시지 표시부

를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 7

사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계;

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도(super-resolution) 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성하는 단계; 및

상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 초해상화 모델을 생성하는 단계는

상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나인 제1 훈련용 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 이미지에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 이미지를, T(T는 3이상의 자연수임)개의 합성곱(Convolution)층들에 각각 통과시켜 T개의 출력맵들을 생성하는 단계;

상기 T개의 출력맵들 각각을, 각 출력맵을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제1 크로스-러닝 피드백 블록(Cross-learning Feedback Block: CFB)들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 순방향 출력들을 생성하는 단계;

상기 T개의 순방향 출력들 각각을, 각 순방향 출력을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 역방향 출력들을 생성하는 단계;

상기 T개의 순방향 출력들과 상기 T개의 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 디컨볼루션(Deconvolution)층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 훈련용 이미지에 대해 바이큐빅(bicubic) 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 제1 초해상도 예측 이미지를 생성하는 단계;

상기 제1 초해상도 예측 이미지를 합성곱층에 통과시켜 다운샘플링을 수행함으로써, 제1 저해상도 예측 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 제1 초해상도 예측 이미지와 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는, 상기 제1 훈련용 이미지에 대응되는 제1 고해상도 변환 이미지 간의 제1 오차와, 상기 제1 저해상도 예측 이미지와 상기 제1 훈련용 이미지 간의 제2 오차의 가중합(weighted sum)이 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 T개의 제1 CFB들과 상기 T개의 제2 CFB들 각각은,

5개의 잔차 어텐션 블록들(Residual Attention Block: RAB)들이 서로 연결된 제1 연결 블록과, 3개의 RAB들이 서로 연결된 제2 연결 블록으로 구성되어 있는 블록으로서, 입력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 인가되도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 5번째 RAB의 출력을 최종 출력으로 산출하도록 구성되어 있고, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB를 통한 출력이 산출되면, 산출된 출력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2번째 RAB에 입력으로 인가되도록 함과 동시에, 산출된 출력이 업샘플링되어 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 입력으로 인가되도록 구성되어 있으며, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3, 4, 5번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되되, 3, 4번째 RAB는 각각, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1, 2번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있고, 5번째 RAB는, 2, 3번째 RAB의 출력과 상기 제2 연결 블록을 구성하는 3번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있으며, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB의 출력이 업샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 RAB는

입력을 합성곱층과 채널 어텐션 모듈 및 공간 어텐션 모듈에 순차적으로 통과시켜 출력을 생성한 후, 생성된 출력과 입력 간의 잔차 연결을 통해 최종 출력을 산출하도록 구성된 블록인 것을 특징으로 하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 초해상도 이미지를 생성하는 단계는

상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가함으로써, 상기 제1 실제 이미지를, 상기 T개의 합성곱층들에 각각 통과시켜 T개의 실제 출력맵들을 생성하고, 상기 T개의 실제 출력맵들 각각을, 상기 T개의 제1 CFB들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 순방향 출력들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 순방향 출력들 각각을, 상기 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 실제 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 역방향 출력들을 생성한 다음, 상기 T개의 실제 순방향 출력들과 상기 T개의 실제 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 상기 디컨볼루션층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 실제 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 실제 이미지에 대해 바이큐빅 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 초해상화 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증 값 - 상기 인증 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 사용자에 대해 사전 발급된 q(q는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산이 수행되어 생성된 결과 값임 - 이 저장되어 있는 인증 값 저장부를 유지하는 단계;

상기 초해상화 모델을 생성하는 단계를 통해, 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자로부터 상기 초해상화 모델의 이용을 위한 사용자 인증 요청 명령이 인가되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 사용자 식별번호와 비밀번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 사용자 식별번호와 상기 제1 비밀번호가 입력되면, 상기 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산을 수행함으로써, 검증 값을 생성한 후, 상기 검증 값이 상기 인증 값과 일치하는지 확인하여, 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 화면 상에, 사용자 인증이 완료되었음을 지시하는 메시지를 표시함과 동시에, 상기 초해상화 모델의 이용을 위한, 실제 이미지를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시하는 단계

를 더 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 14

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 딥러닝 기반의 이미지 초해상화가 가능한 전자 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 이미지의 해상도를 개선하기 위한 다양한 기술들이 등장하고 있다. 낮은 해상도의 이미지를 고해상도의 이미지로 변환하는 기술을 초해상화(super-resolution) 기술이라고 하는데, 이러한 초해상화 기술은 게임, 영화, CCTV 보안 분야, 차량번호 인식 분야 등과 같이 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

[0003] 이미지의 해상도를 개선하는 기술로는, 주변 화소의 화소 값을 기반으로 비어있는 화소들을 채우는 방식의 이미지 보간 기술이 주로 활용되고 있다.

[0004] 아울러, 최근에는 소정의 훈련 데이터를 기초로 결과를 예측하기 위한 학습 모델을 만들 수 있는 기계학습 기반의 인공지능 기술이 등장하고 있다는 점에서, 이미지의 해상도를 개선하는 기술에 대해서도 이러한 인공지능 기술의 활용을 고려할 수 있다.

[0005] 이와 관련해서, 낮은 해상도의 이미지들과, 해당 이미지들 각각에 대응되는 고해상도의 이미지를 훈련 데이터로 구축해 둔 후, 낮은 해상도의 이미지들을 입력으로 지정하고, 각 이미지에 대응되는 고해상도의 이미지를, 당해 이미지에 대응되는 정답 값으로 매칭시켜, 소정의 딥러닝 모델에 대한 기계학습을 수행함으로써, 이미지의 해상도를 개선하기 위한 학습 모델을 만드는 방법을 고려할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 딥러닝 기반의 이미지 초해상화가 가능한 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게, 낮은 해상도의 이미지로부터 고해상도의 이미지를 획득할 수 있도록 지원하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치는 사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도(super-resolution) 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성하는 모델 생성부 및 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 이미지 생성부를 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성하는 단계 및 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은 딥러닝 기반의 이미지 초해상화가 가능한 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게, 낮은 해상도의 이미지로부터 고해상도의 이미지를 획득할 수 있도록 지원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0012] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한

실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.

[0013] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0015] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전자 장치(110)는 훈련 데이터 저장부(111), 모델 생성부(112) 및 이미지 생성부(113)를 포함한다.

[0016] 훈련 데이터 저장부(111)에는 사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있다. 여기서, 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 훈련용 이미지들은 낮은 해상도의 이미지들로 구성해 두는 것이 바람직하고, 이때, 각 훈련용 이미지에 대응되는 고해상도 변환 이미지는, 각 훈련용 이미지를 고해상도로 구현한 이미지로 구성해 두는 것이 바람직하다.

[0017] 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도(super-resolution) 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성한다.

[0018] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 모델 생성부(112)는 출력맵 생성부(114), 순방향 출력부(115), 역방향 출력부(116), 초해상도 예측부(117), 저해상도 예측부(118) 및 학습 수행부(119)를 포함할 수 있다. 이하에서는 도 2 내지 도 4에 도시된 프레임워크를 기반으로, 모델 생성부(112)의 세부 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[0019] 출력맵 생성부(114)는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나인 제1 훈련용 이미지(LR)가 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 이미지(LR)에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 이미지(LR)를, T(T는 3이상의 자연수임)개의 합성곱(Convolution)층들(211)에 각각 통과시켜 T개의 출력맵들을 생성한다.

[0020] 관련해서, T를 3이라고 하는 경우, 출력맵 생성부(114)는 도 2에 도시된 그림과 같이, 상기 제1 훈련용 이미지(LR)를, 도면부호 211에 도시된 그림과 같이, 3개의 합성곱층들(211)에 각각 통과시켜 3개의 출력맵들을 생성할 수 있다.

[0021] 순방향 출력부(115)는 상기 T개의 출력맵들 각각을, 각 출력맵을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제1 크로스-러닝 피드백 블록(Cross-learning Feedback Block: CFB)들(212) 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들(212) 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 순방향 출력들을 생성한다.

[0022] 관련해서, 전술한 예와 같이, T를 3이라고 하는 경우, 본 발명에서는 도면부호 212에 도시된 그림과 같이, 3개의 제1 CFB들(212)이 존재할 수 있고, 이때, 각 제1 CFB는 3개의 출력맵들 각각을 입력으로 인가받도록 구성되어 있을 수 있다. 이때, 순방향 출력부(115)는 출력맵 생성부(114)를 통해, 3개의 출력맵들이 생성되면, 도면부호 212에 도시된 그림과 같이, 각 출력맵을 제1 CFB에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식

으로, 상기 3개의 제1 CFB들(212) 각각의 출력을 생성함으로써, 3개의 순방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0023] 구체적으로, 순방향 출력부(115)는 도 2에서 '(1)'로 표기한 바와 같이, 1번째 출력맵을 1번째 제1 CFB에 입력으로 인가할 수 있다. 이때, 1번째 제1 CFB의 이전 순번의 CFB는 존재하지 않으므로, 순방향 출력부(115)는 1번째 출력맵만을 1번째 제1 CFB에 입력으로 인가할 수 있다. 그러고 나서, 순방향 출력부(115)는 도 2에서 '(2)'로 표기한 바와 같이, 2번째 출력맵을 2번째 제1 CFB에 입력으로 인가함과 동시에, 1번째 제1 CFB의 출력을 2번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가할 수 있다. 마지막으로, 순방향 출력부(115)는 도 2에서 '(3)'로 표기한 바와 같이, 3번째 출력맵을 3번째 제1 CFB에 입력으로 인가함과 동시에, 2번째 제1 CFB의 출력을 3번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가할 수 있다. 이를 통해, 순방향 출력부(115)는 1, 2, 3번째 제1 CFB들(212) 각각으로부터 출력을 생성함으로써, 3개의 순방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0024] 역방향 출력부(116)는 상기 T개의 순방향 출력들 각각을, 각 순방향 출력을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제2 CFB들(213) 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들(212)에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들(213) 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 역방향 출력들을 생성한다.

[0025] 관련해서, 전술한 예와 같이, T를 3이라고 하는 경우, 본 발명에서는 도면부호 213에 도시된 그림과 같이, 3개의 제2 CFB들(213)이 존재할 수 있고, 이때, 각 제2 CFB는, 3개의 제1 CFB(212)들의 순방향 출력을, 각각 입력으로 인가받도록 구성되어 있을 수 있다. 이때, 역방향 출력부(116)는 순방향 출력부(115)를 통해, 3개의 순방향 출력들이 생성되면, 도면부호 213에 도시된 그림과 같이, 각 순방향 출력을, 3개의 제1 CFB(212)들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로, 제2 CFB 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 3개의 제2 CFB들(213) 각각의 출력을 생성함으로써, 3개의 역방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0026] 구체적으로, 역방향 출력부(116)는 도 2에서 '(3)'으로 표기한 바와 같이, 3번째 순방향 출력을 3번째 제2 CFB에 입력으로 인가할 수 있다. 이때, 3번째 제2 CFB의 이후 순번의 CFB는 존재하지 않으므로, 순방향 출력부(115)는 3번째 순방향 출력과 3번째 출력맵만을 3번째 제2 CFB에 입력으로 인가할 수 있다. 그러고 나서, 역방향 출력부(116)는 도 2에서 '(2)'로 표기한 바와 같이, 2번째 순방향 출력을 2번째 제2 CFB에 입력으로 인가함과 동시에, 3번째 제2 CFB의 출력과 2번째 출력맵을 2번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가할 수 있다. 마지막으로, 역방향 출력부(116)는 도 2에서 '(1)'로 표기한 바와 같이, 1번째 순방향 출력을 1번째 제1 CFB에 입력으로 인가함과 동시에, 2번째 제2 CFB의 출력과 1번째 출력맵을 1번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가할 수 있다. 이를 통해, 역방향 출력부(116)는 1, 2, 3번째 제2 CFB들(213) 각각으로부터 출력을 생성함으로써, 3개의 역방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0027] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 T개의 제1 CFB들과 상기 T개의 제2 CFB들 각각은, 도 3에 도시된 그림과 같이 5개의 잔차 어텐션 블록들(Residual Attention Block: RAB)이 서로 연결된 제1 연결 블록(311)과, 3개의 RAB들이 서로 연결된 제2 연결 블록(312)으로 구성되어 있는 블록일 수 있다.

[0028] 이때, CFB는 입력(F_{in})이 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 1번째 RAB에 인가되도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 5번째 RAB의 출력(F_{out})을 최종 출력으로 산출하도록 구성되어 있을 수 있다.

[0029] 이때, CFB는, 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 1번째 RAB를 통한 출력이 산출되면, 산출된 출력이 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 2번째 RAB에 입력으로 인가되도록 함과 동시에, 산출된 출력이 업샘플링되어 상기 제2 연결 블록(312)을 구성하는 1번째 RAB에 입력으로 인가되도록 구성되어 있을 수 있다.

[0030] 이때, 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 2, 3, 4, 5번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되되, 3, 4번째 RAB는 각각, 상기 제2 연결 블록(312)을 구성하는 1, 2번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있고, 5번째 RAB는, 2, 3번째 RAB의 출력과 상기 제2 연결 블록(312)을 구성하는 3번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있을 수 있다.

[0031] 또한, 상기 제2 연결 블록(312)을 구성하는 2, 3번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록(311)을 구성하는 2, 3번째 RAB의 출력이 업샘플링된 결과를 추가적으로

인가받도록 구성되어 있을 수 있다.

[0032] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 RAB는, 도 4에 도시된 그림과 같이, 입력(F_{in})을 합성곱층과 채널 어텐션 모듈 및 공간 어텐션 모듈에 순차적으로 통과시켜 출력을 생성한 후, 생성된 출력과 입력 간의 잔차 연결을 통해 최종 출력(F_{out})을 산출하도록 구성된 블록일 수 있다. 여기서, 채널 어텐션이란, 채널에 중점을 두고 강조를 하는 방법으로, 특징맵 채널 간의 관계를 계산하는 모델을 의미하고, 공간 어텐션이란, 채널 어텐션과 다르게 합성곱으로 주변 픽셀 간의 관계를 계산하고, 이러한 과정으로 추출된 특징맵과 요소별 곱셈 연산을 통해 강조를 진행하는 모델을 의미한다.

[0033] 초해상도 예측부(117)는 상기 T개의 순방향 출력들과 상기 T개의 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 디컨볼루션(Deconvolution)층(214)에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층(215)에 통과시킨 결과와 상기 제1 훈련용 이미지에 대해 바이큐빅(bicubic) 보간(216)을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 제1 초해상도 예측 이미지(SR)를 생성한다.

[0034] 관련해서, 도 2에 도시된 그림과 같이, 3개의 순방향 출력들과 3개의 역방향 출력들이 생성되었다고 하는 경우, 초해상도 예측부(117)는 '(1)'로 표기한 바와 같이, 1번째 순방향 출력과 1번째 역방향 출력을 결합하여 디컨볼루션층에 통과시킴으로써 업샘플링을 수행할 수 있고, '(2)'로 표기한 바와 같이, 2번째 순방향 출력과 2번째 역방향 출력을 결합하여 디컨볼루션층에 통과시킴으로써 업샘플링을 수행할 수 있으며, '(3)'으로 표기한 바와 같이, 3번째 순방향 출력과 3번째 역방향 출력을 결합하여 디컨볼루션층에 통과시킴으로써 업샘플링을 수행할 수 있다.

[0035] 그러고 나서, 초해상도 예측부(117)는 도면부호 215에 도시된 바와 같이, 3개의 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층(215)에 통과시킬 수 있고, 도면부호 216에 도시된 바와 같이, 상기 제1 훈련용 이미지에 대해 바이큐빅 보간(216)을 수행할 수 있다. 여기서, 바이큐빅 보간이란, 주변 픽셀 값을 기반으로 이미지의 새 픽셀 값을 추정하는 방법론을 의미한다.

[0036] 그 이후, 초해상도 예측부(117)는 합성곱층(215)의 통과 결과와 바이큐빅 보간(216)의 결과를 결합함으로써, 제1 초해상도 예측 이미지(SR)를 생성할 수 있다.

[0037] 저해상도 예측부(118)는, 초해상도 예측부(117)를 통해, 상기 제1 초해상도 예측 이미지(SR)가 생성되면, 도면부호 217에 도시된 바와 같이, 상기 제1 초해상도 예측 이미지(SR)를 합성곱층(217)에 통과시켜 다운샘플링을 수행함으로써, 제1 저해상도 예측 이미지(LR')를 생성한다.

[0038] 이렇게, 상기 제1 초해상도 예측 이미지(SR)와 상기 제1 저해상도 예측 이미지(LR')가 생성되면, 학습 수행부(119)는, 상기 제1 초해상도 예측 이미지(SR)와 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는, 상기 제1 훈련용 이미지에 대응되는 제1 고해상도 변환 이미지 간의 제1 오차와, 상기 제1 저해상도 예측 이미지(LR')와 상기 제1 훈련용 이미지(LR) 간의 제2 오차의 가중합(weighted sum)이 최소가 되도록 기계학습을 수행한다.

[0039] 관련해서, 학습 수행부(119)는 하기의 수학식 1에 따른 가중합을 손실 값으로 연산한 후, 이 손실 값이 최소가 되도록 기계학습을 수행할 수 있다.

수학식 1

[0041]
$$Loss = L_1(SR, HR) + \theta L_1(LR', LR)$$

[0043] 여기서, L_1은 제1 오차, L_2는 제2 오차, SR은 제1 초해상도 예측 이미지, HR은 제1 고해상도 변환 이미지, LR'은 제1 저해상도 예측 이미지, LR은 제1 훈련용 이미지를 의미하며, θ는 사전 지정된 가중치를 의미한다.

[0044] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습 수행부(119)는 상기 수학식 1과 같은 손실 값이 최소가 되도록 역전파(BackPropagation) 처리를 수행할 수 있다.

[0045] 지금까지 설명한 방식에 따라, 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들과 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 기초로 한 기계학습을 반복 수행함으로써, 이미지의 해상도를 향상시키기 위한 초해상화 모델을 생성할 수 있다.

[0046] 이렇게, 모델 생성부(112)를 통해 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 이미지 생성부(113)는 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성한다.

[0047] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 이미지 생성부(113)는 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가함으로써, 상기 제1 실제 이미지를, 도면부호 211에 도시된 바와 같이, 상기 T개의 합성곱층들(211)에 각각 통과시켜 T개의 실제 출력맵들을 생성할 수 있다.

[0048] 그 이후, 이미지 생성부(113)는 도면부호 212에 도시된 바와 같이, 상기 T개의 실제 출력맵들 각각을, 상기 T개의 제1 CFB들(212) 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들(212) 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 순방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0049] 그러고 나서, 이미지 생성부(113)는 도면부호 213에 도시된 바와 같이, 상기 T개의 실제 순방향 출력들 각각을, 상기 T개의 제2 CFB들(213) 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들(212)에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 실제 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들(213) 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 역방향 출력들을 생성할 수 있다.

[0050] 그 이후, 이미지 생성부(113)는 도면부호 214에 도시된 바와 같이, 상기 T개의 실제 순방향 출력들과 상기 T개의 실제 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 상기 디컨볼루션층(214)에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 실제 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층(215)에 통과시킨 결과와 상기 제1 실제 이미지에 대해 바이큐빅 보간(216)을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성할 수 있다.

[0051] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는, 소정의 인증된 사용자만이, 학습이 완료된 상기 초해상화 모델을 이용하여 소정의 이미지로부터 해상도 개선이 완료된 초해상도 이미지를 획득할 수 있도록 하기 위한, 사용자 인증과 관련된 구성을 더 포함할 수 있다.

[0052] 이를 위해, 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는 인증 값 저장부(120), 인증 완료부(121) 및 메시지 표시부(122)를 더 포함할 수 있다.

[0053] 우선, 본 발명에서는 사용자 인증을 수행하기 위해서, 상기 초해상화 모델을 이용할 수 있는 사람으로 사전 지정된 사용자에 대해, p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 사용자 식별번호와 q(q는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 비밀번호가 사전 발급되어 있음을 가정한다.

[0054] 이때, 인증 값 저장부(120)에는 상기 초해상화 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증 값이 저장되어 있을 수 있다.

[0055] 여기서, 상기 인증 값은, 상기 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산이 수행되어 생성된 결과 값이다.

[0056] 예컨대, 상기 제1 사용자 식별번호가 '12345'라고 하고, 상기 제1 비밀번호가 '567'이라고 하는 경우, 상기 인증 값은, '12345'를 구성하는 '1', '2', '3', '4', '5' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '1', '0', '1', '0', '1'로 구성되는 '[1 0 1 0 1]'이라는 제1 벡터와, '567'을 구성하는 '5', '6', '7' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '1', '0', '1'로 구성되는 '[1 0 1]'이라는 제2 벡터 간의 합성곱 연산이 수행되어 생성된 결과 값일 수 있다.

[0057] 인증 완료부(121)는, 모델 생성부(120)를 통해, 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자로부터 상기 초해상화 모델의 이용을 위한 사용자 인증 요청 명령이 인가되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 사용자 식별번호와 비밀번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 사용자 식별번호와 상기 제1 비밀번호가 입력되면, 상기 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산

을 수행한 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산을 수행함으로써, 검증 값을 생성한 후, 상기 검증 값이 상기 인증 값과 일치하는지 확인하여, 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리한다.

[0058] 관련해서, 사용자에 의해, '12345'라고 하는 제1 사용자 식별번호와 '567'이라고 하는 제1 비밀번호가 인가되었다면, 인증 완료부(121)는 상기 제1 사용자 식별번호인 '12345'를 구성하는 '1', '2', '3', '4', '5' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '1', '0', '1', '0', '1'로 구성되는 '[1 0 1 0 1]'이라는 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호인 '567'을 구성하는 '5', '6', '7' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '1', '0', '1'로 구성되는 '[1 0 1]'이라는 제2 벡터 간의 합성곱 연산을 수행함으로써, 상기 검증 값을 생성할 수 있다.

[0059] 그러고 나서, 인증 완료부(121)는 상기 검증 값이, 인증 값 저장부(120)에 저장되어 있는 상기 인증 값과 일치하는지 확인하여, 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자에 의해 입력된 상기 제1 사용자 식별번호와 상기 제1 비밀번호가 제대로 입력된 것으로 판단하고, 사용자 인증을 완료 처리할 수 있다.

[0060] 메시지 표시부(122)는 사용자 인증이 완료 처리되면, 화면 상에, 사용자 인증이 완료되었음을 지시하는 메시지를 표시함과 동시에, 상기 초해상화 모델의 이용을 위한, 실제 이미지를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한다.

[0061] 이를 통해, 사용자는 상기 메시지를 확인한 후, 소정의 실제 이미지를 전자 장치(110) 상에 인가할 수 있고, 이때, 이미지 생성부(113)는, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면, 상기 초해상화 모델을 기초로, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성할 수 있다.

[0062] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0063] 단계(S510)에서는 사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지한다.

[0064] 단계(S520)에서는 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 상기 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도 예측 이미지와 상기 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 상기 초해상도 예측 이미지와 상기 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 상기 저해상도 예측 이미지와 상기 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 상기 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성한다.

[0065] 단계(S530)에서는 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성한다.

[0066] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S520)에서는 상기 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나인 제1 훈련용 이미지가 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 이미지에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 이미지를, T(T는 3이상의 자연수임)개의 합성곱층들에 각각 통과시켜 T개의 출력맵들을 생성하는 단계, 상기 T개의 출력맵들 각각을, 각 출력맵을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제1 CFB들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 순방향 출력들을 생성하는 단계, 상기 T개의 순방향 출력들 각각을, 각 순방향 출력을 입력으로 인가받도록 구성되어 있는 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 역방향 출력들을 생성하는 단계, 상기 T개의 순방향 출력들과 상기 T개의 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 디컨볼루션층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 훈련용 이미지에 대해 바이큐빅 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 제1 초해상도 예측 이미지를 생성하는 단계, 상기 제1 초해상도 예측 이미지를 합성곱층에 통과시켜 다운샘플링을 수행함으로써, 제1 저해상도 예측 이미지를 생성하는 단계 및 상기 제1 초해상도 예측 이미지와 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는, 상기 제1 훈련용 이미지에 대응되는 제1 고해상도 변환 이미지 간의 제1 오차와, 상기 제1 저해상도 예측 이미지와 상

기 제1 훈련용 이미지 간의 제2 오차의 가중합이 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0067] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 T개의 제1 CFB들과 상기 T개의 제2 CFB들 각각은, 5개의 RAB들이 서로 연결된 제1 연결 블록과, 3개의 RAB들이 서로 연결된 제2 연결 블록으로 구성되어 있는 블록으로서, 입력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 인가되도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 5번째 RAB의 출력을 최종 출력으로 산출하도록 구성되어 있고, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB를 통한 출력이 산출되면, 산출된 출력이 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2번째 RAB에 입력으로 인가되도록 함과 동시에, 산출된 출력이 업샘플링되어 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1번째 RAB에 입력으로 인가되도록 구성되어 있으며, 이때, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3, 4, 5번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되되, 3, 4번째 RAB는 각각, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 1, 2번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있고, 5번째 RAB는, 2, 3번째 RAB의 출력과 상기 제2 연결 블록을 구성하는 3번째 RAB의 출력이 다운샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있으며, 상기 제2 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB 각각은, 이전 순번의 RAB의 출력을 인가받도록 구성되어 있음과 동시에, 상기 제1 연결 블록을 구성하는 2, 3번째 RAB의 출력이 업샘플링된 결과를 추가적으로 인가받도록 구성되어 있을 수 있다.

[0068] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 RAB는 입력을 합성곱층과 채널 어텐션 모듈 및 공간 어텐션 모듈에 순차적으로 통과시켜 출력을 생성한 후, 생성된 출력과 입력 간의 잔차 연결을 통해 최종 출력을 산출하도록 구성된 블록일 수 있다.

[0069] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S530)에서는 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 상기 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 상기 초해상화 모델에 상기 제1 실제 이미지를 입력으로 인가함으로써, 상기 제1 실제 이미지를, 상기 T개의 합성곱층들에 각각 통과시켜 T개의 실제 출력맵들을 생성하고, 상기 T개의 실제 출력맵들 각각을, 상기 T개의 제1 CFB들 각각에 순차적으로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 출력맵이 t번째 제1 CFB에 인가될 때에는, t-1번째 제1 CFB의 출력을 상기 t번째 제1 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제1 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 순방향 출력들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 순방향 출력들 각각을, 상기 T개의 제2 CFB들 각각에, 상기 T개의 제1 CFB들에 대한 입력의 인가 순서와 반대되는 순서로 하나씩 입력으로 인가하되, t번째 실제 순방향 출력이 t번째 제2 CFB에 인가될 때에는, t+1번째 제2 CFB의 출력과 t번째 실제 출력맵을 상기 t번째 제2 CFB에 함께 입력으로 인가하는 방식으로, 상기 T개의 제2 CFB들 각각의 출력을 생성함으로써, T개의 실제 역방향 출력들을 생성한 다음, 상기 T개의 실제 순방향 출력들과 상기 T개의 실제 역방향 출력들을, 동일 순번의 출력끼리 결합하여 상기 디컨볼루션층에 각각 통과시켜 업샘플링을 수행함으로써, T개의 실제 업샘플링맵들을 생성한 후, 상기 T개의 실제 업샘플링맵들을 결합하여 합성곱층에 통과시킨 결과와 상기 제1 실제 이미지에 대해 바이큐빅 보간을 수행한 결과를 서로 결합함으로써, 상기 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성할 수 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 전자 장치의 동작 방법은 상기 초해상화 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증 값(상기 인증 값은, 사용자에 대해 사전 발급된 p(p는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 사용자에 대해 사전 발급된 q(q는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산이 수행되어 생성된 결과 값임)이 저장되어 있는 인증 값 저장부를 유지하는 단계, 단계(S520)을 통해, 상기 초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자로부터 상기 초해상화 모델의 이용을 위한 사용자 인증 요청 명령이 인가되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 사용자 식별번호와 비밀번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에 의해, 상기 제1 사용자 식별번호와 상기 제1 비밀번호가 입력되면, 상기 제1 사용자 식별번호를 구성하는 p개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제1 벡터와, 상기 제1 비밀번호를 구성하는 q개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행한 결과 값으로 구성된 제2 벡터 간의 합성곱 연산을 수행함으로써, 검증 값을 생성한 후, 상기 검증 값이 상기 인증 값과 일치하는지 확인하여, 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계 및 사용자 인증이 완료 처리되면, 화면 상에, 사용자 인증이 완료되었음을 지시하는 메시지를 표시함과 동시에, 상기 초해상화 모델의 이용을 위한, 실제 이미지를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0071] 이상, 도 5를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 도 1 내지 도 4를 이용하여 설명한 전자 장치(110)의 동작에 대

한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0072] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0073] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0074] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0075] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0076] 110: 전자 장치

111: 훈련 데이터 저장부 112: 모델 생성부

113: 이미지 생성부 114: 출력맵 생성부

115: 순방향 출력부 116: 역방향 출력부

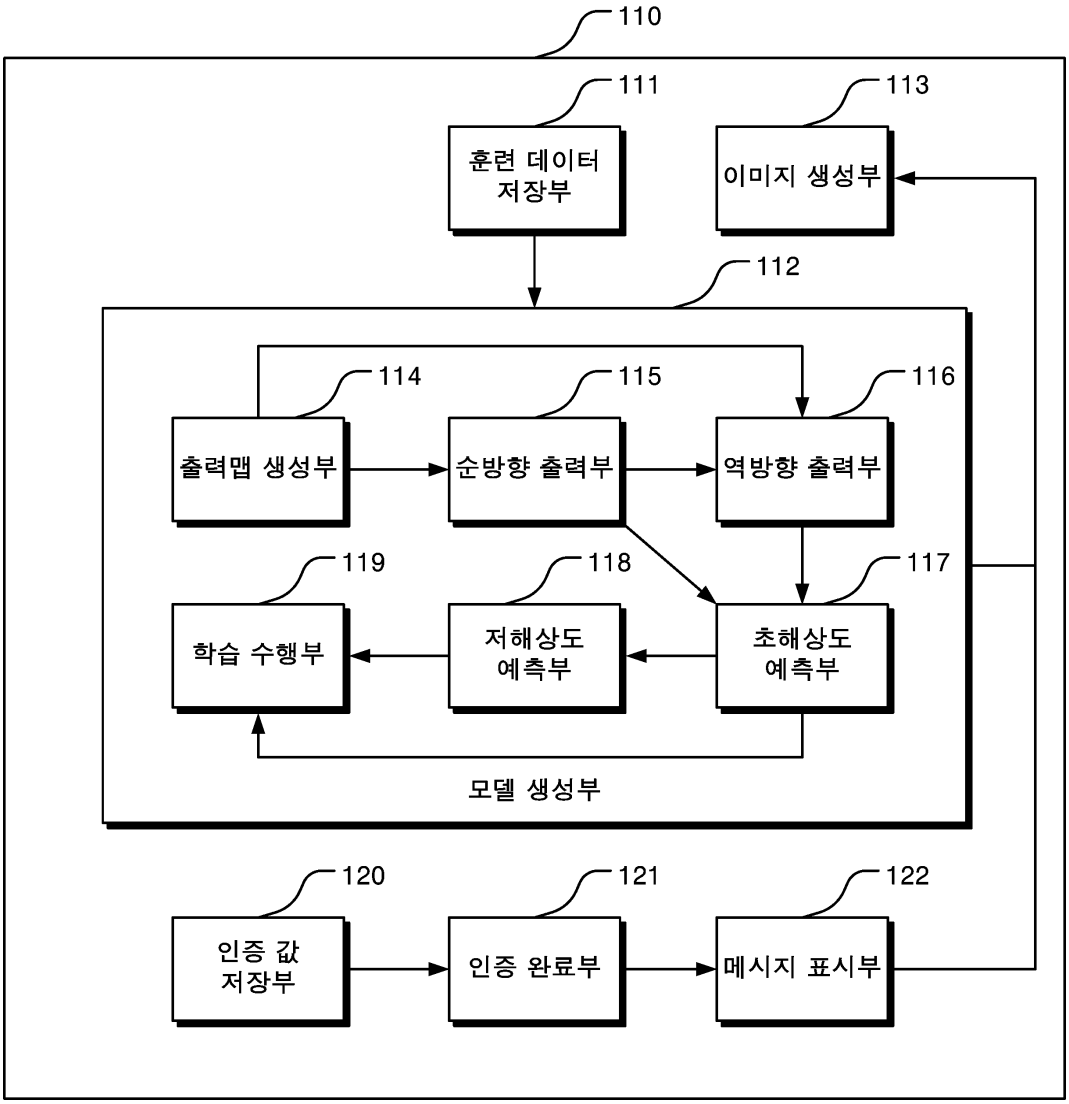
117: 초해상도 예측부 118: 저해상도 예측부

119: 학습 수행부 120: 인증 값 저장부

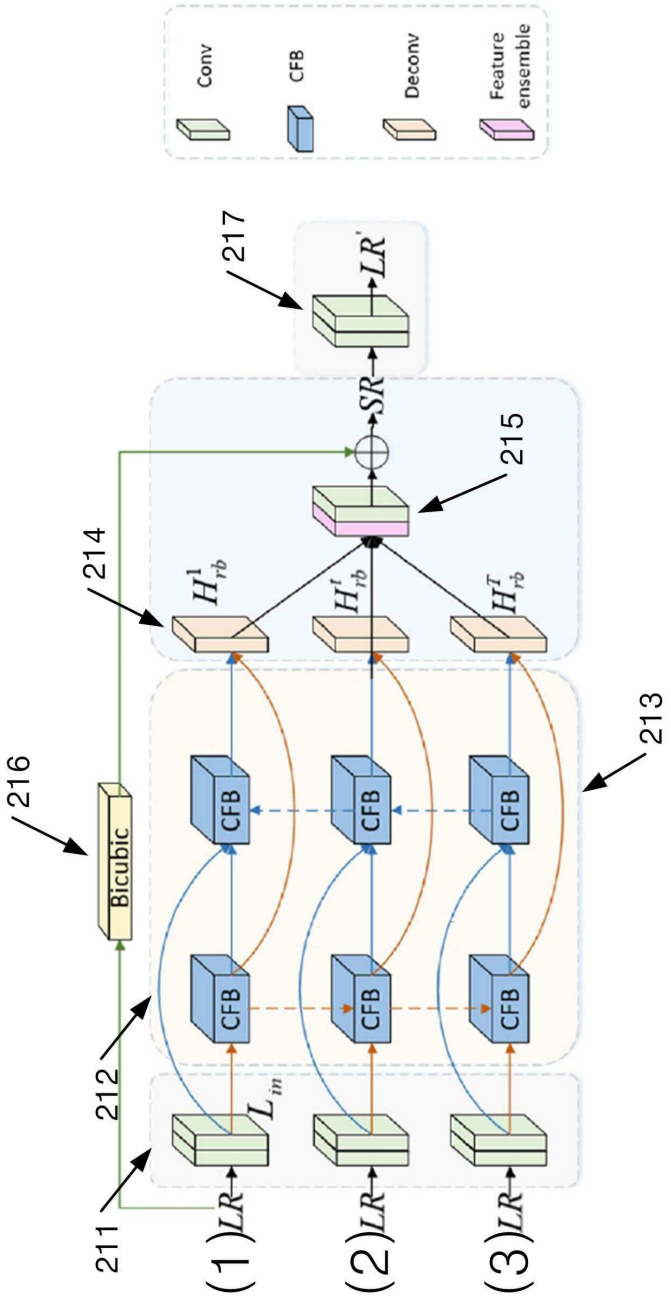
121: 인증 완료부 122: 메시지 표시부

도면

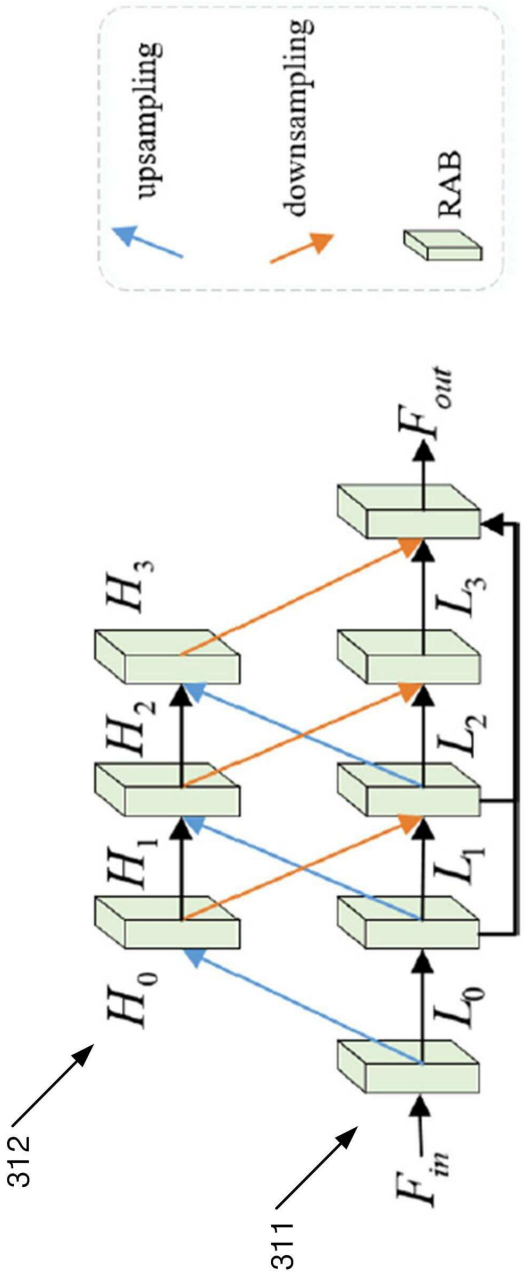
도면1


110
111
훈련 데이터
저장부
113
이미지 생성부
112
114
출력맵 생성부
115
순방향 출력부
116
역방향 출력부
119
학습 수행부
118
저해상도
예측부
117
초해상도
예측부
모델 생성부
120
인증 값
저장부
121
인증 완료부
122
메시지 표시부

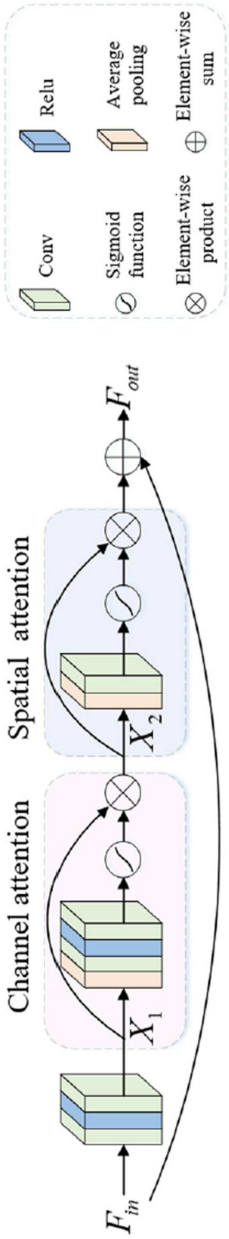
도면2


Conv
CFB
Deconv
Feature ensemble
217
LR'
SR
215
214
H^1_{rb}
H^t_{rb}
H^T_{rb}
216
Bicubic
213
CFB
212
L_{in}
211
(1)LR
(2)LR
(3)LR

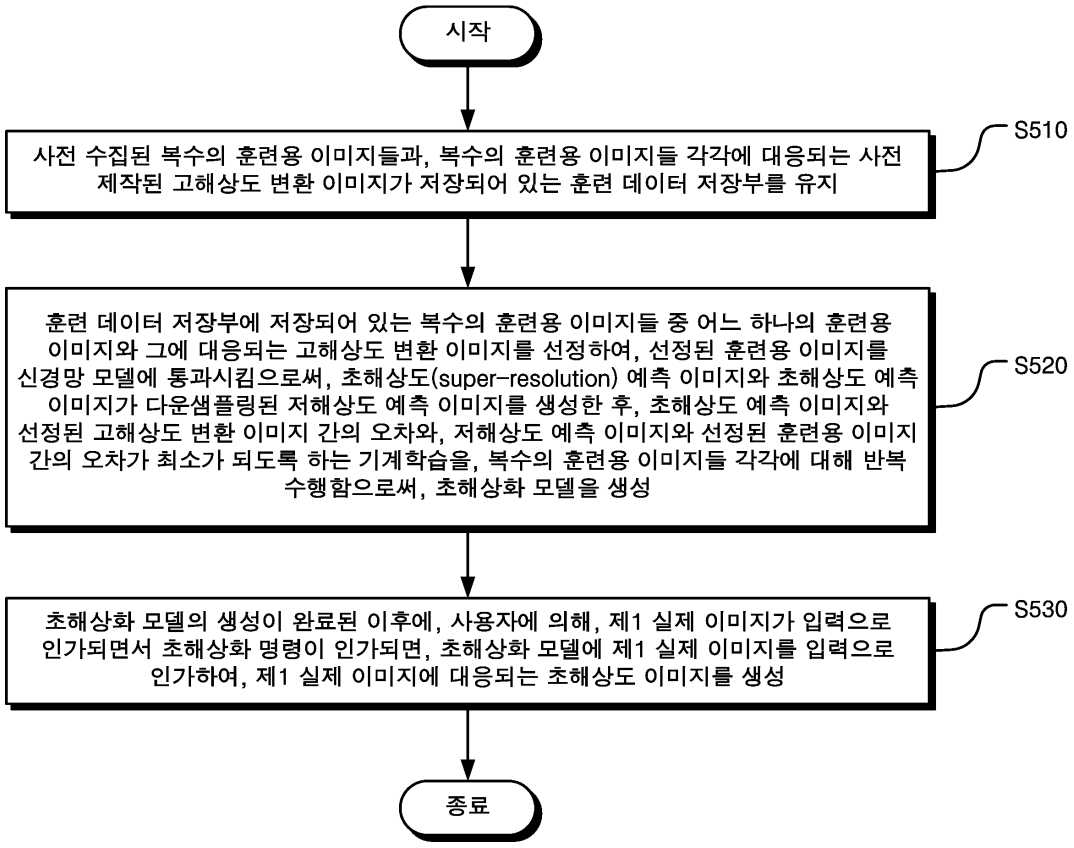
도면3


upsampling
downsampling
RAB
F_{out}
H_3
H_2
H_1
H_0
L_3
L_2
L_1
L_0
F_{in}
312
311

도면4


Conv
Relu
Sigmoid function
Average pooling
Element-wise product
Element-wise sum
Channel attention
Spatial attention
F_{in}
X_1
X_2
F_{out}

도면5


시작
사전 수집된 복수의 훈련용 이미지들과, 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대응되는 사전 제작된 고해상도 변환 이미지가 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지
S510
훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 복수의 훈련용 이미지들 중 어느 하나의 훈련용 이미지와 그에 대응되는 고해상도 변환 이미지를 선정하여, 선정된 훈련용 이미지를 신경망 모델에 통과시킴으로써, 초해상도(super-resolution) 예측 이미지와 초해상도 예측 이미지가 다운샘플링된 저해상도 예측 이미지를 생성한 후, 초해상도 예측 이미지와 선정된 고해상도 변환 이미지 간의 오차와, 저해상도 예측 이미지와 선정된 훈련용 이미지 간의 오차가 최소가 되도록 하는 기계학습을, 복수의 훈련용 이미지들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 초해상화 모델을 생성
S520
초해상화 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에 의해, 제1 실제 이미지가 입력으로 인가되면서 초해상화 명령이 인가되면, 초해상화 모델에 제1 실제 이미지를 입력으로 인가하여, 제1 실제 이미지에 대응되는 초해상도 이미지를 생성
S530
종료